



# ظاهرة الإحترار الكوني وعلاقتها بنشاطات الإنسان والكوارث الطبيعية

الأستاذ الدكتور  
علي عبد فهد الطائي

الأستاذ  
حسن شاكر عزيز الكوفي













ظاهرة الإحترار الكوني وعلاقتها بنشاطات  
الإنسان والكوارث الطبيعية



رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية  
(2014 /7 /3479)

577.27

الكوفي، حسن شاكر عزيز

ظاهرة الاحترار الكوني وعلاقتها بنشاطات الإنسان والكوارث  
الطبيعية/ حسن شاكر عزيز الكوفي، علي عبد فهد الطائي. -عمان: مركز  
الكتاب الاكاديمي، 2014  
( ) ص.

ر.ا.: 2014 /7 /3479

الواصفات: / الكوارث الطبيعية/ / الإنسان/

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا  
المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى

### الطبعة الأولى 2015

(ردمك) 105-2-9957-35-ISBN978

© Copyright

جميع الحقوق محفوظة: لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه في نطاق  
استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال، دون إذن خطي مسبق من الناشر.

All rights reserved. NO Part of this book may be reproduced, stored  
in retrieval system, or transmitted in any form or by any means,  
without prior permission in writing of the publisher.

مركز الكتاب الأكاديمي



عمّان-وسط البلد-مجمع الفحيص التجاري

ص. ب. : 11732 عمّان (1061) الأردن

تلفاكس: +96264619511 موبايل: +962799048009

الموقع الإلكتروني: [www.abcpub.net](http://www.abcpub.net)

A.B.Center@hotmail.com / info@abcpub.net



# ظاهرة الإحترار الكوئي وعلاقتها بنشاطات الإنسان والكوارث الطبيعية

الأستاذ

حسن شاكر عزيز الكوفي

الأستاذ الدكتور

علي عبد فهد الطائي

مركز الكتاب الأكاديمي







## الإهداء

الى العراق بلد الحضارات ارضاً وشعباً  
إلى أرواح امي وابي الذان فارقاني وانا أكتب رسالتي هذه .....  
إلى روح أخي الشهيد محمد شاكر عزيز الكوفي معلمي ومثلي الأعلى .....  
إلى زوجتي ورفيقة دربي نضال واولادي زينة ومحمد  
إلى شقيقتي واشقائي وفاطمة ووسام وهمسة  
إلى كل أصدقائي الطيبين  
إلى كل من مروا في حياتي وتركوا أثراً طيباً  
أهدي هذا النتاج المتواضع عربون شكر وامتنان وعرفان بالجميل  
حسن الكوفي







## مقدمة

تعد ظاهرة الإحترار الكوني (Global warming) من أكثر الظواهر إثارة للجدل بين أوساط العلماء والباحثين والمهتمين بالبيئة وعامة الناس وتعدى هذا الإهتمام أوساطاً أخرى حتى وصل الى الهيئات الحكومية وغير الحكومية وكذلك الهيئات الدولية. يعود السبب في ذلك الى التأثيرات الخطيرة والمدمرة لهذه الظاهرة على كل من الإنسان وعناصر البيئة. لوحظ في الفترة الأخيرة إهتماماً متزايداً من قبل وسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمقروءة بمظاهر التغير المناخي (Climate change) باعتبارها قضية تشغل حيزاً كبيراً من إهتمامات الراي العام. وكان مؤتمر ستوكهولم للبيئة عام 1972 أول مؤتمر دولي ناقش هذا الموضوع وتم من خلاله الإشارة الى ضرورة دراسة هذه الظاهرة وإيجاد المعالجات والحلول اللازمة لوقفها. فيما توالى بعد ذلك المؤتمرات والندوات العلمية التي ركزت وبشكل كبير على موضوعتين هما التلوث البيئي وتأثيراته على الإنسان والبيئة والتغير المناخي باعتباره ناتج عن عوامل عديدة منها ظاهرة الإحتباس الحراري (Greenhouse effect) وتأثيراته في الإنسان والحياة على الكرة الأرضية.

أدت نشاطات الإنسان خلال الثورة العلمية والصناعية التي شهدتها أوروبا وأميركا ودول أخرى خلال القرون الستة الماضية الى إطلاق تراكيز متزايدة من غازات الإحتباس الحراري والملوثات (أكاسيد الكربون والنايتروجين وغاز الميثان ومركبات الكلورو فلورو كاربون) نتيجة الحاجة لحرق الوقود الحجري والفحم الحجري والغاز الطبيعي لإنتاج الطاقة المستخدمة في إدارة عمليات الإنتاج الصناعي والزراعي. فضلاً عن الزيادة الكبيرة والمتسارعة في نمو سكان الكرة الأرضية والقطع المتزايد لأشجار الغابات الإستوائية الذي ساهم في إرتفاع معدلات تراكيز غازات الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي عن معدلاتها السابقة المتوازنة.

لاحظ العلماء وجود علاقة واضحة بين زيادة تراكيز الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي والتغير المناخي في إرتفاع درجة حرارة الأرض وما يصاحبها من متغيرات مناخية مؤثرة في المحيط الحيوي بكل مكوناته. يتمثل التغير



المناخي بإرتفاع درجة حرارة الجو والتغير الحاصل في اوقات فصول السنة وإزاحة الأقاليم المناخية وزيادة حرارة ومهوضة البحار والمحيطات وإرتفاع مستويات سطوحها نتيجة ذوبان الجبال الثلجية وثلوج القطبين الشمالي والجنوبي والفيضانات والجفاف والعواصف والأعاصير وإنقراض أنواع من الحيوانات والنباتات وانتقال الأمراض. قد تمتد هذه التأثيرات الى مساحات واسعة وتؤدي الى إنتشار الالاجئين البيئيين وبروز خطورة الحروب والصراعات التي يمكن ان تحدث بين الدول نتيجة نقص المياه العذبة والمشاكل الإقتصادية.

### الأهداف:

1. إستعراض حجم الكوارث الطبيعية التي يسببها الإحترار الكوني.
2. تحديد دور النشاطات الإنسانية في إطلاق غازات الإحتباس الحراري وفي تلويث الغلاف الجوي.
3. المناقشة الموضوعية لأسباب التغير المناخي ودور النشاط الإنساني من جهة ودور التغيرات في شدة الإشعة الشمسية ومدار الأرض من جهة أخرى في ظاهرة الإحترار الكوني.

### الفرضيات:

1. الكوارث المناخية ناتجة عن ظاهرة الإحترار الكوني.
2. غازات الإحتباس الحراري التي أطلقها الإنسان هي المسؤولة عن الإحترار الكوني.
3. نشاطات الإنسان هي المسبب الرئيسي للتراكيز المتزايدة لغازات الإحتباس الحراري خصوصاً ثنائي أوكسيد الكربون.





# **الفصل الأول**

## **ظاهرة الإحترار الكوني**





## المبحث الأول

### مفاهيم عامة عن الغلاف الجوي والمناخ والتغير المناخي.

#### الغلاف الجوي:

يحيط الأرض غلاف عظيم من الهواء يطلق عليه الغلاف الجوي أو الغازي (Atmosphere). يتكون الغلاف الجوي القريب من الأرض من النيتروجين بنسبة 78٪ والأوكسجين بنسبة 21٪ وغازات أخرى مثل الأركون وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء والميثان والأوزون وغيرها بنسبة 1٪؛ ويكون ثاني أوكسيد الكربون بنسبة 0.038٪ (Bauer, 2005). من المعروف أن غازي النيتروجين والاكسجين لا يؤثران في ظاهرة الاحتباس الحراري لانهما لا يمتصان الاشعة الحرارية المنبعثة من الأرض والمنطلقة باتجاه الفضاء الخارجي. بينما تلعب بقية الغازات الموجودة في الهواء مثل بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون و الميثان وغيرها دوراً كبيراً و اساسياً في هذه الظاهرة (موسى، 1996).

الغلاف الغازي هو ذلك الخليط الشفاف من الغازات التي تحيط بالأرض بشكل كامل وتفصلها عن الفضاء الكوني ويمتد حتى عشرة آلاف كيلو متر ارتفاعاً. تكون كثافة الغلاف الجوي في طبقة التروبوسفير (Troposphere) القريبة من سطح الأرض الأعلى وتنخفض الكثافة كلما إرتفعنا نحو الطبقات العليا من الغلاف الجوي. تقدر كتلة الهواء بحدود  $5.14 \times 10^{21}$  غرام بينما يقدر وزن عمود الهواء على سطح مساحته واحد سنتيمتر مربع حوالي 1000 غرام (كيلو غرام واحد). يوجد 99.99٪ من كتلة الهواء تحت إرتفاع 50 كم فوق مستوى سطح البحر. يتكون الهواء النقي والخالي من الشوائب من مجموعة من الغازات موضحة في جدول 1 (موسى، 1996).

جدول 1. تركيبة الهواء الغازية والنسب المئوية حجماً و الوزن الجزيئي (موسى، 1996).



المكونات الغازية	الرمز	الوزن الجزيئي	الحجم (%)
نيتروجين	N <sub>2</sub>	28.02	78.08
أوكسجين	O <sub>2</sub>	32.00	20.94
ارغون	Ar	39.88	0.93
ثاني اوكسيد الكربون	CO <sub>2</sub>	44.00	0.03 متغير جدا
نيون	Ne	20.18	0.0018
هليوم	He	4.00	0.0005
أوزون	O <sub>3</sub>	48.00	0.00002
هايدروجين	H <sub>2</sub>	2.02	0.00005
كريبتون	Kr	83.80	0.0001
زينون	Xe	131.30	غاز نادر
ميثان	CH <sub>4</sub>	16.00	غاز نادر
أوكسيد النيتروز	N <sub>2</sub> O	72.04	0.00005

يحتوي الهواء على كمية من بخار الماء تختلف نسبتها من مكان لآخر ومن وقت لآخر في نفس المكان وتقدر ضمن 0.05 - 4%. وتوجد النسبة العظمى من بخار الماء تحت ارتفاع 15 كم من الغلاف الجوي. كما ويحتوي الهواء على غاز الأوزون O<sub>3</sub> الذي تتركز نسبة عالية منه في طبقة الستراتوسفير (Stratosphere) على ارتفاع 15-35 كم فوق مستوى سطح البحر. ولا يخلو الهواء من غازات نادرة مثل الهليوم والأكسجين والكربتون والميثان وكمية من الغبار والدقائق الصلبة والعالقة الأيروسول (Aerosols) (موسى، 1996).

يعد الغلاف الجوي وبكل مكوناته الغازية الأنفة الذكر نظاماً حرارياً ضخماً يستمد طاقته المحركة من الأشعة الشمسية الحرارية الواصلة الى الأرض مروراً بالغلاف

الجوي. توزع كل من المحيطات والغلاف الجوي الحرارة الشمسية الساقطة على الأرض في النظام المناخي للأرض. يؤدي الاختلاف في شدة الأشعة الشمسية الحرارية الواصلة إلى الأرض إلى اختلاف في درجة الحرارة والضغط الجوي وينجم عنه تيارات هوائية تنقل الحرارة والرطوبة (بخار الماء والغيوم) من مكان إلى آخر داخل الغلاف الجوي مما يؤدي إلى التباينات في حالات الطقس والمناخ في المناطق المختلفة من الأرض (Rahmstorf, 2007).

يتكون الغلاف الجوي من مجموعة من الطبقات الهوائية اعتماداً على تركيز الغازات ونوعيتها وكثافة وضغط الهواء والوزن الجزيئي للذرات والجزيئات ودرجة حرارة الهواء. يقسم الغلاف الجوي إلى الطبقات الآتية (المقدادي، 2006).

#### 1. طبقة التروبوسفير Troposphere

تمثل الطبقة السفلى من الغلاف الجوي ويكون سمكها 8 كم فوق القطبين و16 كم عند خط الاستواء ويزداد هذا السمك وتقل كثافة الهواء فيها عند فصل الصيف بسبب تمدد جزيئات وذرات الغازات وزيادة المسافة التي تفصل بينها بفعل زيادة درجة الحرارة. تحتوي طبقة التروبوسفير تقريباً كامل حجم وكمية بخار الماء الموجودة في الغلاف الجوي وعلى 75٪ من كتلة الهواء وتكون كثافة الهواء في جزئها الأسفل الأعلى بين طبقات الهواء (صالح، 2007). وبسبب قربها من سطح الأرض ومن مصادر التلوث فإن نسبة عالية جداً تقدر بحدود 99٪ من الملوثات تتركز بها. تنخفض درجة الحرارة في هذه الطبقة كلما ارتفعنا بمعدل  $6.5^{\circ}$  م/كم وتنخفض درجة الحرارة في نهايتها إلى حوالي  $-55^{\circ}$  تحت الصفر.

#### 2. طبقة الستراتوسفير Stratosphere ( طبقة الأوزون )

تمتد من نهاية طبقة التروبوسفير وإلى ارتفاع 55 كم فوق مستوى سطح البحر، وهي طبقة إنتقالية ترتفع فيها درجة الحرارة حتى تصل إلى درجة الصفر المئوي في مستوياتها العليا. تحتوي طبقة الستراتوسفير على معظم كمية غاز الأوزون (90٪) الذي يحمي كوكب الأرض من تأثيرت الأشعة فوق البنفسجية الضارة ويبلغ أقصى كثافة له عند ارتفاع 22 كم فوق مستوى سطح البحر (إسماعيل، 2006) تصل



الموئات الهوائية الخفيفة المتصاعدة من طبقة التروبوسفير الى الجزء الأسفل من هذه الطبقة، كما ويلوث الطيران المدني والحربي هذه الطبقة بالمخلفات الغازية وبكميات من بخار الماء نراها على شكل خطوط بيضاء متكثفة.

### 3. طبقة الميزوسفير Mesosphere

تقع هذه الطبقة بين طبقة الستراتوسفير وطبقة الترموسفير وتصل إلى إرتفاع يقارب 80 كم فوق مستوى سطح البحر وبسمك مقداره 25 كم. تتكون عادةً من غازات خفيفة وزنها الجزيئي قليل مثل غازي الهليوم والهيدروجين. وهي طبقة متخلخلة تكون كثافة الهواء بها قليلة وتنخفض بها درجة الحرارة حتى تصل الى درجه 90 تحت الصفر المئوي في الجزء الأعلى منها.

### 4. طبقة الترموسفير Thermosphere

تعرف طبقة الترموسفير باسم الطبقة الحرارية او الطبقة المتأينة (Ionosphere) ويصل ارتفاعها الى 1000 كم فوق مستوى سطح البحر. تحتوي على الاوكسجين الذري والاكسجين والنيتروجين والهليوم وهي طبقة متأينة ومشحونة كهربائياً بسبب تصادم الجزيئات والذرات مع الأشعة الشمسية عالية الطاقة وهذا ما يجعل درجه الحرارة في هذه الطبقة مرتفعة وتقل بها كثافة الهواء كلما إرتفعنا نحو الاعلى.

### المناخ والتغير المناخي:

يمثل الغلاف الجوي الغازي نظاماً حرارياً حركياً ثيرموديناميكياً (Thermodynamic)، تنتقل فيه الطاقة الحرارية عبر حركة الهواء والرياح من مكان الى آخر داخل هذا النظام وتؤدي الى تغيرات مناخية بعضها قصير الامد وتسمى بالطقس وبعضها طويلة الامد وتسمى بالمناخ. ويعرف الطقس بأنه "حالة الغلاف الجوي (درجة الحرارة والأمطار والضغط الجوي والرياح ... الخ) في مكان ما خلال فترة وجيزة من الزمن تتراوح بين الساعة الواحدة الى عدة شهور"، وقد يتغير الطقس بين ساعة واخرى او من يوم الى آخر او من فصل الى فصل آخر في نفس المكان. ويعرف المناخ بأنه "حالة نظام الغلاف الجوي في مكان ما خلال فترة طويلة من الزمن

تقدر بعدة عقود من السنين". وتعد حالات المناخ محصلة وتراكم لحالات الطقس قصيرة الامد. ان حالة المناخ هي حالة شمولية للنظام الثيرموديناميكي للغلاف الجوي تجري خلال فترة طويلة من الزمن في مكان معين وقد تشمل منطقة معينة ودولة معينة واقليم مناخي وقارة او حتى الكرة الارضية بأكملها. اما النظام المناخي فهو الحالة الناتجة عن تفاعل مجموعة من الانظمة المترابطة والتي تمثل الغلاف الجوي والمحيطات والبحار والبحيرات والانهار والاجزاء اليابسة من الارض (القارات) بعضها مع البعض الاخر مما يؤثر على النظم البيئية والطبيعية الموجودة على سطح كوكب الارض. واذا كان الغلاف الجوي (Atmosphere) يمثل نظاماً مناخياً تتقل فيه الحرارة والرياح والامطار من مكان الى اخر وتؤثر في الانظمة الاخرى فان الغلاف المائي (Hydrosphere) والذي يتكون من المحيطات والبحار والبحيرات والانهار وجليد القطبين يمثل نظاماً مؤثراً في المناخ. اذ يقوم هذا النظام بتزويد الغلاف الجوي بالرطوبة (بخار الماء) ويعتبر عامل اساسي في تلطيف (خفض) درجة حرارة الأرض من خلال قوة امتصاصه العالية للاشعة الشمسية الحرارية ونفاذيته العالية لها. كما ويمتص الغلاف المائي ما نسبته 25٪ من تركيزات غاز ثاني اوكسيد الكربون المنطلقة الى الغلاف الغازي. اما الاجزاء اليابسة من كوكب الارض فتتكون من الجبال والوديان والصحارى والسهول والهضاب وتحتوي على مجموعة من الانظمة الطبيعية والحيوية (Biosphere) والبشرية (Anthropologicalsphere) والجليدية (Cryosphere) (Latif, 2006).

ترتبط هذه الانظمة المعقدة ومكوناتها مع بعضها البعض بواسطة عملية جريان الطاقة الحرارية فيما بينها وتكون وحدة متفاعلة تحدد نوعية المناخ وتغيراته وتؤثر به.

### العوامل المؤثرة في المناخ

هناك مجموعة من العوامل تؤثر وتتحكم بنوعية المناخ والطقس ولها يعود كل تغيير يحصل على المناخ سواء كان محلياً او اقليمياً او قارياً.

#### 1. الاشعاعات الشمسية الحرارية الواصلة الى الارض



تعد الشمس أهم العوامل المؤثرة في المناخ وذلك لأنها مصدر الطاقة الرئيسي الذي يزود الأرض بالحرارة والطاقة اللازمة لاستمرار الحياة ولولا الطاقة الشمسية لتحولت الأرض الى كوكب بارد ذي درجة حرارة منخفضة وإنعدمت سبل الحياة فيه. تدور الأرض في فضاء منخفض الحرارة ذي درجة حرارة بحوالي 70 درجة مئوية تحت الصفر (صالح، 2007). ان الشكل الدائري للأرض ودورانها حول الشمس يجعل اجزائها تتلقى مقادير متباينة من الاشعة الشمسية الحرارية. إذ تسقط اشعه الشمس بشكل عمودي او شبه عمودي على المناطق الاستوائية والمدارية للأرض وبذلك تكون هذه المناطق اكثر تعرضاً لاشعة الشمس وحرارتها من المناطق الشمالية والجنوبية والقطبين الشمالي والجنوبي للأرض حيث تسقط الاشعة الشمسية عليها بشكل مائل دائماً. وتنخفض نسبة الاشعة الشمسية الساقطة على مناطق خطوط العرض الشمالية والجنوبية ومنطقة القطبين بنسبة 80٪ مقارنة بالنسبة نفسها من الاشعة الساقطة على المناطق الاستوائية. تفسر هذه الاختلافات التباين الكبير بين مناخ المناطق القطبية من جهة والمناطق الاستوائية من جهة اخرى في معدلات درجة الحرارة. وبسبب التباين الشاسع في كمية وشدة الاشعة الواصلة الى بعض المناطق من الأرض نلاحظ تبايناً واضحاً في كمية الامطار والثلوج الساقطة وسرعة الرياح والضغط الجوي والشمس والاضاءة واختلاف اطوال الليل والنهار ودرجة حرارة الرياح والمياه. شهد القرن الماضي إرتفاعاً في النشاط الشمسي بلغ حوالي 0.35 واط للمتر المربع الواحد (Lean, 1995). هذا الإرتفاع في النشاط الشمسي لا يمكن له أن يفسر الإرتفاع الذي حصل في درجة حرارة كوكب الأرض ويبقى العامل البشري هو المسبب الأساسي في هذا الإرتفاع (Foulak, 2004).

## 2. طبيعة السطوح واللوانها ومعامل الانعكاس (البيلدو Albedo)

تؤثر طبيعة السطوح والاجسام (ملساء او خشنة) واللوانها (فاتحة او داكنة) في عكس الأشعة الشمسية الحرارية وإمتصاصها. إذ تقوم السطوح البيضاء وفاتحة اللون والملساء مثل الجليد والرمل بعكس كميات أكبر من الأشعة الشمسية بينما تقوم السطوح الخشنة والمتعرجة وداكنة اللون بإمتصاص او تشتيت هذه الأشعة بنسب اكبر

عن المتوسط، ويكون معامل الانعكاس للبقع فاتحة اللون والملساء عالياً بينما يكون منخفضاً للبقع الداكنة والخشنة (جدول 2). لذلك تقوم البقع الجليدية في القطبين الشمالي والجنوبي وفي جزيرة ايسلاند بعكس كميات كبيرة من الأشعة الشمسية وبذلك تقوم بتخفيض درجة حرارة الأرض وغلافها الغازي بينما تقوم الغابات مثلاً بامتصاص كميات كبيرة من الأشعة الشمسية وبذلك ترفع من درجة حرارة الأرض (Notz, 2007). ويعتمد معامل الانعكاس (انعكاس الأشعة الشمسية وعودتها للفضاء الخارجي) لكوكب الأرض على عدة عوامل أهمها ارتفاع عدد السكان وزيادته حجم المباني والتعمير وحجم البقع الجليدية الموجودة على سطح الأرض وكمية الأراضي المزروعة وأخيراً لون الطبقة السطحية للأرض. وتبلغ نسبة معامل الانعكاس للأرض حالياً 3٪ بالاعتماد على العوامل المذكورة انفا (عابد، 2002).

من جانب آخر يلعب المكان وكيفية سقوط الأشعة (مائلة أو عمودية) دوراً مهماً في ظاهرة البيدو. من الملاحظ أن للأشعة الشمسية تسقط بشكل مائل على الأجزاء الشمالية والجنوبية من الأرض وبشكل خاص القطبين الشمالي والجنوبي وتنعكس بنفس زاوية السقوط ناهيك عن لون الثلج والجليد الذي يعكس بدوره كميات أكبر من الأشعة.

يكون سقوط الأشعة الشمسية بشكل عمودي أو شبه عمودي في المناطق الإستوائية والمدارية مما يسمح بامتصاص أكبر للأشعة يضاف إلى ذلك إن هذه المناطق تكون داكنة اللون أكثر من القطبين (منطقة بيضاء ثلجية) وهذا ما يتيح نسبة إمتصاص أكبر للأشعة الشمسية مما هو عليه في الأجزاء الشمالية والجنوبية للأرض. وهنا تجدر الإشارة إلى أن كروية الأرض ودورانها حول الشمس يجعل الأشعة الشمسية الحرارية تصل إلى المناطق الإستوائية في وقت أقل مما هو عليه في المناطق القطبية وذلك لأن المسافة بين خط الاستواء والشمس تكون أقصر وهذا ما يفسر سقوط الأشعة بشكل عمودي أو شبه عمودي على هذه المناطق. تفقد الأشعة الشمسية أثناء مرورها في الفضاء الخارجي جزءاً من الحرارة والطاقة لذلك نرى أن الأشعة الساقطة على القطبين تكون حرارتها وطاقاتها أقل من مثيلاتها التي تسقط



على المناطق الإستوائية وهذا ما يفسر إرتفاع درجة الحرارة في المناطق الإستوائية عن المناطق القطبية.

جدول 2. معامل الإنعكاس (البيدو) لبعض السطوح والمواد (الصطوف، 2006)

السطح العاكس للأشعة الشمسية	معامل الإنعكاس (الأليدو) (%)
ثلج حديث السقوط	90 - 80
جليد	70 - 50
قمم الغيوم	75
مسطحات مائية	60 - 52
سطح الأرض	85 - 80
اراضي رملية	30
رمل جاف	18
اراضي زراعية مفلوحة	20
سطح مغطى بالحشائش	25 - 20
غابات	10 - 3

يبين الجدول السابق تباين معدلات إنكسار الأشعة الشمسية الساقطة على كوكب الأرض لمختلف المواد في الطبيعة. حيث يلعب معامل الإنكسار دوراً مؤثراً في إرتفاع او انخفاض درجة حرارة الأرض.

### 3. المسطحات المائية (المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار)

تلعب المسطحات المائية دوراً مهماً ومؤثراً في مناخ الأرض وهي تغطي حوالي 71٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية وتتفاعل بشكل مباشر مع الغلاف الجوي (71٪ من الغلاف الجوي يقع فوق هذه المسطحات المائية). يؤدي إرتفاع درجة حرارة المسطحات المائية الى زيادة سرعة الكتل والتيارات الهوائية والرياح كما يزيد من سرعة تبخر الماء مما يرفع نسبة بخار الماء في الغلاف الجوي والذي يؤدي بدوره لزيادة تساقط الأمطار على سطح الكرة الأرضية وخصوصاً في المناطق القريبة من المحيطات والبحار. وبسبب المساحات الشاسعة للمسطحات المائية فانها تمثل خزانات عظيمة للطاقة الشمسية الحرارية وذلك لقدرتها الفائقة على إمتصاص الاشعة الشمسية بسبب نفاذيتها العالية للأشعة. تؤدي عملية الإمتصاص الزائد للطاقة الحرارية الشمسية الى رفع الطاقة الحركية لجزيئات الماء مما يؤدي الى تسريع عمليات التبخر وهذا بدوره يرفع نسبة تساقط الأمطار. كما تقوم هذه المسطحات المائية بتحرير واشعاع الطاقة الحرارية المخزونة لديها الى الغلاف الخارجي للأرض مما يساعد على رفع درجة حرارة الغلاف الجوي. تعد المحيطات والبحار مصدر للمنخفضات الجوية والعديد من الحالات الجوية المتطرفة مثل العواصف والأعاصير (مثل التسونامي وكاترينا والنينو). تقوم التيارات المائية بنقل الحرارة وتبادلها بين البقع الجغرافية للأرض وتؤثر بشكل كبير على المناطق الساحلية. وتلعب المسطحات المائية دوراً مهماً في تقليل تراكيز غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي. اذ تعد هذه المسطحات مغاطس طبيعية لهذا الغاز المسبب لظاهرة الإحتباس الحراري ولها القدرة على إمتصاص ما نسبته 25٪ من تركيزات هذا الغاز المنبعثة للغلاف الجوي. تساهم المسطحات المائية بدور مهم واساسي في تكوين مناخ الأرض كما وتلعب نفس الدور في التغير المناخي لكوكب الأرض سواءاً كان هذا الدور سلبياً او ايجابياً (Vohland, 2008).

#### 4. المرتفعات (الجبال والهضاب)

تتميز المرتفعات الجبلية بلطافة مناخها لأنها ترتفع كثيراً عن مستويات سطح البحر ومعروف أنه كلما إرتفعنا عن مستوى سطح البحر إنخفضت درجة الحرارة والضغط الجوي. في الوقت نفسه كلما إقترنا من قمم الجبال العالية كلما إقتربت درجة الحرارة الى الصفر المئوي او انخفضت عن هذا المعدل. ينخفض الضغط الجوي كلما إرتفعنا وذلك لان طبقات الهواء وضغطها على اجسامنا تقل. وتعد الجبال بمثابة مصدات للتيارات الهوائية المنطلقة من المحيطات والبحار وهذا ما يساعد على هطول الأمطار والتقليل من تاثيرات هذه التيارات الهوائية على المناطق الداخلية والقارية. وتسود الأراضي الرطبة وشبه الرطبة في المناطق الجبلية المواجهة للمستطحات المائية بينما تسود المناطق المعاكسة للجبال والمناطق الداخلية المناخ شبه الجاف والصحراوي. كثيراً ما يغطي قمم المناطق المرتفعة (بشكل خاص جبال الهمالايا والالب وقنديل..... الخ) الثلوج وهذا ما يساعد على خفض درجة الحرارة في الجبال والمناطق القريبة منها فيعتدل المناخ هناك.

#### 5- التغير المناخي

يمكن تعريف التغير المناخي بأنه أي تغيير أو إخلال طويل الأمد يحصل في حالة المناخ نتيجة للتغير الحاصل في توازن الطاقة وسريانها ويكون مؤثراً في النظم البيئية والطبيعية. ويشير التغير المناخي ايضاً الى التغير المستمر في مناخ الكرة الأرضية ناتج عن اسباب كونية او طبيعية او بشرية يؤثر سلباً على المحيط الحيوي ويؤدي لوقوع كوارث طبيعية مدمرة.

تختلف التفسيرات حيال كيفية حصول التغيرات المناخية وهناك ثلاث تفسيرات لذلك (Rahmstorf, 2006).

#### 1. تغيرات مناخية ناتجة عن ظواهر كونية:

يركز اصحاب هذه النظرية على ان شدة الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض وغلافها الجوي تتأثر بالتغير الحاصل في مدار دوران الأرض حول الشمس فحينما



تقرب الأرض من الشمس اثناء تغيير دورانها تشتد قوة الأشعة الشمسية فتزداد درجة حرارة الأرض بينما تنخفض درجة حرارة الأرض حينما تبتعد الأرض اثناء دورانها عن الشمس. كما أن أي زيادة في شدة وكمية الإشعاعات الواصلة إلى كوكب الأرض والناجمة عن تغير في الانفجارات النووية للشمس يؤدي بالتأكيد إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض وغلافها الغازي.

### نظرية ميلانكوفيتش (1879-1958)

ميلوتين يانكوفيتش هو عالم صربي حاول من خلال كتبه وأبحاثه إثبات العلاقة بين الأشعة الشمسية الساقطة على كوكب الأرض والعصور الجليدية التي مرت بها الأرض. تشير نظريته إلى أن الأرض كوكب دائري غير منتظم الشكل تحتوي تضاريسه الخارجية على نتوءات وتعرجات كالجبال والهضاب والوديان والمنخفضات وهي ليست متساوية القطر كما في حالة الكرة المنتظمة الملساء. تتأثر حركة الأرض في مدارها حول الشمس بالتغير الطفيف في محور دورانها مما يعيق محور الأرض في الدوران المنتظم في المدار حول الشمس. وتغير مدارها من كروي أو شبه بيضوي إلى بيضوي فبتباعد حيناً عن الشمس وتقرب حيناً وتحصل هذه العملية مره واحده كل حوالي مائة ألف سنة. يؤدي إبتعاد كوكب الأرض اثناء دورانها عن الشمس حسب نظرية ميلانكوفيتش إلى مرور الأرض بعصر جليدي أما إذا عادت الأرض اثناء دورانها حول الشمس إلى مدارها الطبيعي حينها ستعود الأرض إلى مناخها الطبيعي السابق.

تؤكد نظرية ميلانكوفيتش على أن الانحراف أو الاختلاف في مدار دوران الأرض حول الشمس يؤدي إلى تغير في كمية وشدة الإشعاعات الكونية أو الشمسية الواصلة للأرض عبر غلافها الجوي مما يؤدي إلى تغيرات مناخية منطقية أو قارية أو عالمية. تكون هذه النظرية مناسبة لتفسير مرور كوكب الأرض بعصور جليدية كل مئة ألف عام تقريباً لكنها لا تستطيع أن تفسر الارتفاع الكبير والمفاجيء لدرجة حراره كوكب الأرض وغلافه الغازي بعد الثورة الصناعية والذي ترافق مع زيادة ملحوظة في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي للأرض. إن العصور الجليدية وما

صاحبها من انخفاض في درجة حرارة كوكب الارض وزحف الثلوج الى مناطق لم تكن قبل هذا التاريخ مغطاة بالثلوج يعتبر تغيراً مناخياً واضحاً وهذا ما يؤكد صحة نظرية ميلانكوفيتش على الأخص فيما يخص التغير المناخي الناتج عن العصور الجليدية (Latif, 2006).

## 2. تغيرات مناخية ناتجة عن انعكاسات الاشعة الشمسية (طبيعية)

يتكون الطيف الشمسي من انواع من الأشعة الشمسية تتباين في طولها الموجي وتنتقل هذه الأشعة دون الحاجة الى وسط مادي في شكل موجات كهرومغناطيسية بعضها قصير الموجة والآخر طويل الموجة. يقوم الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض بنقل الطاقة الحرارية والضوء من الشمس باعتبارها مصدر الطاقة الأساسي في الكون الى الأرض. وتصنف الأشعة الشمسية المكونة للطيف الشمسي على الأشكال التالية:

### أ. الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet

الأشعة فوق البنفسجية هي اشعة غير مرئية قصيرة الموجة طول موجاتها يقع بين 0.2 و 0.4 مايكرومتر وتمثل حوالي 9٪ من مجموع الاشعة الشمسية الواصلة الى الغلاف الجوي (صالح، 2007). يصل منها الى سطح الارض 2٪ فقط بسبب دور غاز الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير في حجز هذه الاشعاعات. لهذا تعد طبقة الأوزون درع الأرض الواقية من أثارها المدمرة كما ويعيق بخار الماء والدقائق الصلبة كالغبار وصول جزء من هذه الأشعة للأرض. وللأشعة فوق البنفسجية أهمية حيوية للإنسان والحيوان لدورها في تشكيل مادتي الهيستامين Histamine والميلانين Melanine اللتان تكسبان الجسم مناعة ضد التأثيرات الضارة للأشعة الشمسية. كما وتقوم هذه الأشعة بتثبيت فيتامين D الضروري لتكلس العظام وحمايتها من مرض الكساح.

اما التعرض الطويل للأشعة فوق البنفسجية وخصوصاً في المناطق التي تقع تحت ثقب الأوزون او التي تكون طبقة الأوزون فوقها رقيقة فانه يؤدي الى الإصابة

بمرض سرطان الجلد ويساعد على حصول تغيرات في كرومومات الخلايا المولدة مما يؤدي لحدوث الطفرات الوراثية (الصطوف، 2006).

### ب. الأشعة المرئية (الضوئية) Sunlight ray

الأشعة المرئية هي من الأشعة القصيرة- المتوسطة، يتراوح طول موجاتها بين 0.4-0.9 مايكرومتر وتمثل 41٪ من مجموع الأشعة الشمسية الواصلة الى سطح الأرض. وتتكون هذه الأشعة من ألوان مختلفة هي: البنفسجي والأزرق والأخضر والأصفر والأحمر وتكون بمجموعها اللون المرئي وهي المسؤولة عن ظهور ضوء النهار. يمكن رؤية مكونات الضوء المرئي عند تحليل الضوء بواسطة موشور زجاجي ويمكن تمييزها عند تكسر أشعة الشمس اثناء مرورها بجزئيات الماء الموجوده في السحب على شكل قوس قزح (Rainbow). تولد الأشعة المرئية طاقة حرارية عند سقوطها على الأنسجة الحوية والأجسام المختلفة.

### ج. الأشعة تحت الحمراء Infrared ray

الأشعة تحت الحمراء هي اشعة حرارية، غير مرئية، طويلة الموجات يتراوح طول موجاتها 0.75-4 مايكرومتر وتؤلف حوالي 50٪ من مجموع الأشعة الشمسية الواصلة إلى الغلاف الجوي لكوكب الأرض. تكمن اهمية الاشعة تحت الحمراء في تأمين الطاقة الحرارية الضرورية للحياة على الأرض وبدون هذه الطاقة الحرارية لاصبحت الأرض كوكباً بارداً لا يمكن العيش فيه (صالح، 2007). تعتمد الكائنات الحية نباتية كانت ام حيوانية على الأشعة تحت الحمراء بالحصول على الطاقة اللازمة لقيامها بالعمليات الحوية والكيميائية كما وتزودها بالطاقة اللازمة لمقاومة تقلبات المناخ وغيرها من الظواهر الطبيعية (الصطوف، 2006).

هناك مجموعة من العوامل تؤثر في شدة الإشعاعات الشمسية الساقطة على الأرض وتؤدي الى التباين في تأثير هذه الأشعة على الوسط او الجسم الذي تسقط عليه. اذ تعتمد شدة الإشعاعات الشمسية على الكيفية التي تنتقل بها هذه الإشعاعات عبر الأوساط المختلفة ( غاز أو سائل أو صلب ) وذلك لان نفاذية هذه



الأوساط تتباين حسب نوعية الوسط وتقارب ذراته او جزيئاته. تسمح الأوساط الغازية للأشعة الشمسية المرور خلالها أكثر من السوائل والسطوح الصلبة وذلك لأن ذرات وجزيئات الغاز تكون متباعدة أكثر من مثيلاتها في السوائل والمواد الصلبة كما وان هذا التباعد بين الذرات والجزيئات يقلل احتمالات تصادم الأشعة الشمسية مع هذه الذرات. اما في حالة السوائل والمواد الصلبة حيث تتكاثف وتقترب الذرات والجزيئات من بعضها البعض مما يتيح إمكانية أكبر لتصادم الأشعة الشمسية بالذرات والجزيئات ويقلل من نفاذها خلال هذه الأوساط. كما تؤثر طبيعة السطح الخارجي للمادة ( خشناً ام املساً ) ولونه في انعكاس وتشتت وامتصاص الأشعة الشمسية. إذ تقوم السطوح السوداء اللون بامتصاص كامل للأشعة الشمسية بينما تعكس السطوح فاتحة اللون نسبة عالية من الأشعة الساقطة عليها. وتمتاز الأجسام السوداء بخاصية تساوي قدرتي الإمتصاص والإشعاع للطاقة الحرارية . من جانب اخر تلعب نوعية الأشعة دوراً أساسياً في إيصال الطاقة الحرارية للمواد وذلك لان الأشعة الشمسية تختلف في اطوالها الموجية وكذلك في الطاقة الحرارية التي تحملها. ومن الواضح ايضاً ان شدة الإشعاعات الشمسية الواصلة الى الأرض تختلف باختلاف ارتفاع الشمس والوقت وطول الليل والنهار. تعادل شدة الأشعة الشمسية والطاقة الحرارية الواصلة عند خط الاستواء 2.5 ضعف الأشعة الساقطة على القطبين وهذا يعتمد على كل من المسافة التي تفصل بين الأرض والشمس عند المنطقتين (عند خط الاستواء تكون المسافة اقرب ) وطريقة سقوط الأشعة الشمسية على الارض اذ تسقط عند خط الاستواء بشكل عمودي، بينما يكون سقوطها عند القطبين بشكل مائل مما يزيد المسافة بين مصدر الطاقة والأرض وهذا يؤدي الى زيادة الزمن اللازم لوصول الأشعة مما يفقدها جزءاً من الطاقة الحرارية (الصطوف، 2006).

#### 4. تغيرات مناخية يسببها الإنسان ناتجة عن زيادة تركيزات غازات

الإحتباس الحراري

■ الأسباب البشرية

ان التزايد المستمر في استهلاك الطاقة والذي يؤدي الى ارتفاع في تركيزات غازات الاحتباس الحراري يعزيها العلماء والمهتمين الى النشاط الإنساني الذي بدأ عام 1850م.

ويعتقد العلماء ان الإنسان لعب دوراً أساسياً في تعاظم ظاهرة الإحتباس الحراري وفي التغير الذي حصل على مناخ الكرة الأرضية خلال القرنين الماضيين.

تشير الاحصاءات الى ان عدد سكان الكرة الارضية بلغ 5300 مليون شخص عام 1990 وان عدد سكان الارض قابل للزيادة ويتوقع الخبراء ان يتعدى هذا العدد 6 مليار شخص مع بداية القرن الحادي والعشرين (جدول 3) (سفاريني، 2002).

جدول 3. تطور نمو سكان الأرض على مدى سبعة الاف سنة (سفاريني، 2002).

الزمن	عدد السكان (مليون)	زمن التضاعف (عام)
5000 قبل الميلاد	50	؟
800 قبل الميلاد	100	4200
200 قبل الميلاد	200	600
1200 بعد الميلاد	400	1400
1700 م	800	500
1900 م	1600	200
1965 م	3200	65
1990 م	5300	38
2020 م	8230 تقديراً	55

نلاحظ من جدول 3 ان عدد سكان الأرض قد إزداد خلال القرن الثامن عشر والتاسع عشر بمعدل الضعف . اما في القرن العشرين فقد تضاعف بمعدل 3.3 مرات من 1600 مليون (1.6 مليار) عام 1900 الى 5300 مليون (5.3 مليار) عام 1990م، وهذا يعني ان النمو السكاني يتطلب زيادة في معدلات الإستهلاك وبشكل خاص المواد الغذائية والملابس والأثاث المنزلي والطاقة والمياه. ان هذه الزيادة في الإستهلاك تفرز ملوثات صلبة وسائلة وغازية، ومعروف ان الإنسان كان ولا يزال يعتمد بالدرجة الأساسية على الوقود الأحفوري في الحصول على الطاقة التي يحتاجها لغرض القيام بنشاطاته الحياتية المختلفة وذلك لسهولة الحصول على الوقود الأحفوري ونقله وتخزينه وإستعماله. إن أوجه إستهلاك الطاقة متباينة بين مجتمع وآخر ودولة وأخرى وتعتمد على درجة التطور الإقتصادي والتكنولوجي والبشري. تستهلك الدول الصناعية الغربية كميات من الوقود الأحفوري تزيد كثيراً عن الدول النامية رغم قلة عدد سكانها. يعود السبب الى تطور إنتاجها الصناعي الواسع وإمتلاكها لعدد هائل من المصانع ووسائل وشبكات النقل والمواصلات. فضلاً عن ان الفرد الاوربي يستهلك من الطاقة عشرة اضعاف ما يستهلكه الفرد في بعض الدول النامية والفقيرة. كانت إنبعاثات الدول الصناعية تمثل 60٪ من الإنبعاثات العالمية عام 1970 م وانخفضت الى حوالي 49٪ حالياً والسبب يعود إلى تزايد إنبعاثات بعض الدول النامية مثل الصين والهند والبرازيل خلال العقود الأربعة الأخيرة (Santarius, 2007). ان الزيادة في عدد السكان يقود بالتأكيد الى زيادة في إستهلاك الطاقة وذلك لتعدد النشاطات التي يقوم بها الإنسان ومنها الصناعية والزراعية والمنزلية والتعدين والتنفس.... الخ. تحتاج كل هذه الأنشطة الانسانية وغيرها إلى إستهلاك مصادر الطاقة وتؤدي الى تحرير غازات تلوث البيئة وتساهم في تفاقم ظاهرة الإحترار الكوني. وتتمثل أبرز اوجه النشاط الإنساني بالنقاط الآتية:

1. زيادة التصنيع وإستبدال العامل بالالة في الدول الصناعية (الإعتماد بشكل أكبر على المكائن بدل القوة العضلية للعمال).



2. إستخدام التكنيك والإنتاج الواسع في الزراعة لتلبية إحتياجات السكان الغذائية.
3. إكتشاف مواد كيميائية جديدة لم تكن معروفة من قبل مصنعة من البترول (البتروكيمياويات).
4. زيادة عدد السكان والمنازل وزيادة إستهلاك الطاقة الكهربائية فيها (غسل وكوي وطبخ وتدفئة....الخ).
5. تضاعف عدد وسائل النقل الشخصية والعامية (طائرات وقطارات وسفن وحافلات...الخ) التي تستخدم الوقود الإحفوري.
6. تضاعف عدد سكان كوكب الارض قاد إلى زيادة في كمية المخلفات التي تتفسخ باعتبارها مواد عضوية مطلقة كميات هائلة من غازات ثاني أوكسيد الكربون وأوكسيد النتروز والميثان وغازات أخرى ملوثة للهواء تمساهم في تفاقم مشكلة الإحترار الكوني.
7. الزيادة الحاصلة في النمو السكاني تقود الى زيادة في كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة للجو عن طريق التنفس.
8. حاجة الإنسان المتزايدة الى الغذاء دفعته الى حرق الغابات وتحويلها إلى مراعي أو أراضي لزراعة المحاصيل مثل الذرة والحبوب والسكر والاعلاف....الخ.
9. التوسع في عمليات التعدين والبناء أدت إلى إطلاق كميات هائلة من الأتربة والغبار (الأيروسول) إلى الغلاف الجوي.

#### أسباب طبيعية (البراكين وحرائق الغابات)

البركان هو عبارة عن تشقق في القشرة الارضية يقذف كميات كبيرة من الحمم البركانية (الماغما) ومختلف أنواع الغازات الى الغلاف الجوي مما يؤدي الى حدوث تلوث في الهواء والماء والتربة. وتصل الإندفاعات البركانية الى طبقة التروبوسفير الهوائية وتؤثر بشكل مباشر على طبقة الأوزون (إسماعيل، 2006). تنتشر المواد البركانية في الجو لمسافات ولإرتفاعات بعيدة وتنقلها الرياح والتيارات الهوائية من

مكان الى اخر وهي تؤثر بشكل سلبى على المناخ. تطلق البراكين كميات من الرماد البركاني تقدر بالاف الأطنان بالاعتماد على شدة الإندفاعات البركانيه (0 - 8 درجة) وتصل الى طبقات الغلاف الجوى وتؤثر في شدة الأشعة الشمسية الواصلة الى الأرض وبالتالي على درجة حرارة ومناخ الأرض. تتكون الحمم البركانية من مواد صلبة منصهرة ذات درجات حرارة عالية جداً وغازات مختلفة يشكل بخار الماء النسبة الأكبر منها (جدول 4) (Lucht, 2004).

جدول 4. النسب المئوية للغازات في البراكين ورمزها الكيميائي (موسى، 1996)

الغاز	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية
بخار الماء	H <sub>2</sub> O	70.75
ثاني اوكسيد الكربون	CO <sub>2</sub>	14.07
الهيدروجين	H <sub>2</sub>	0.33
النيتروجين	N <sub>2</sub>	5.45
الأرغون	Ar	0.18
ثاني اوكسيد الكبريت	SO <sub>2</sub>	6.40
ثالث اوكسيد الكبريت	SO <sub>3</sub>	0.10
الكلور	Cl <sub>2</sub>	0.05

تكون الغازات المختلفة 1 - 5% من الحجم الكلي للماغما البركانية ويأتي على رأسها كل من بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون والنيتروجين وثاني اوكسيد الكبريت. تظهر الغازات المنطلقة والرماد المندفع من فوهة البركان على شكل غيمة نارية تبلغ درجة حرارتها 500 درجة مئوية وتتحرك باتجاه حركة الرياح والتيارات

الهوائية وتنتشر لمسافات تقدر بمئات الكيلومترات. والبراكين ظواهر طبيعية تؤثر في درجة حرارة كوكب الأرض ومناخها من خلال:

أ. إن الطاقة الحرارية الهائلة المنطلقة من البراكين إلى الغلاف الجوي وسطح الأرض ترفع درجة حرارة الهواء والماء والتربة حيث يقوم كل من الماء والتربة فيما بعد بإشعاع الحرارة إلى الغلاف الجوي. كما وتؤدي البراكين في كثير من الحالات إلى نشوب حرائق في المدن والغابات مما يزيد من إنطلاق غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى الجو.

ب. يقوم الرماد البركاني (الأيروسول) المنذرع إلى الغلاف الغازي بتأثير مزدوج حيث يمنع الأشعة الشمسية من الوصول إلى الأرض ومن جانب آخر يحبس الحرارة المنطلقة من الأرض إلى الفضاء الخارجي.

ت. تلعب الغازات المنطلقة مع الحمم البركانية مثل بخار الماء وثنائي أوكسيد والكربون وهما يشكلان النسبة الاعظم من الغازات المكونة للخليط الغازي (85%) المنطلق من البراكين ولها دور كبير في احتباس الحرارة التي تشعها الأرض والمحيطات إلى الغلاف الجوي وتمنعها من الوصول إلى الفضاء الخارجي.

ث. تصل بعض الغازات المصاحبة للحمم البركانية مثل غازي ثنائي أوكسيد الكبريت  $SO_2$  وكبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  إلى طبقة الستراتوسفير وتقوم بتعطيم جزيئات غاز الاوزون  $O_3$  الذي يلعب دور اساسي في حماية كوكب الأرض من تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية الضارة من الوصول إلى الأرض.



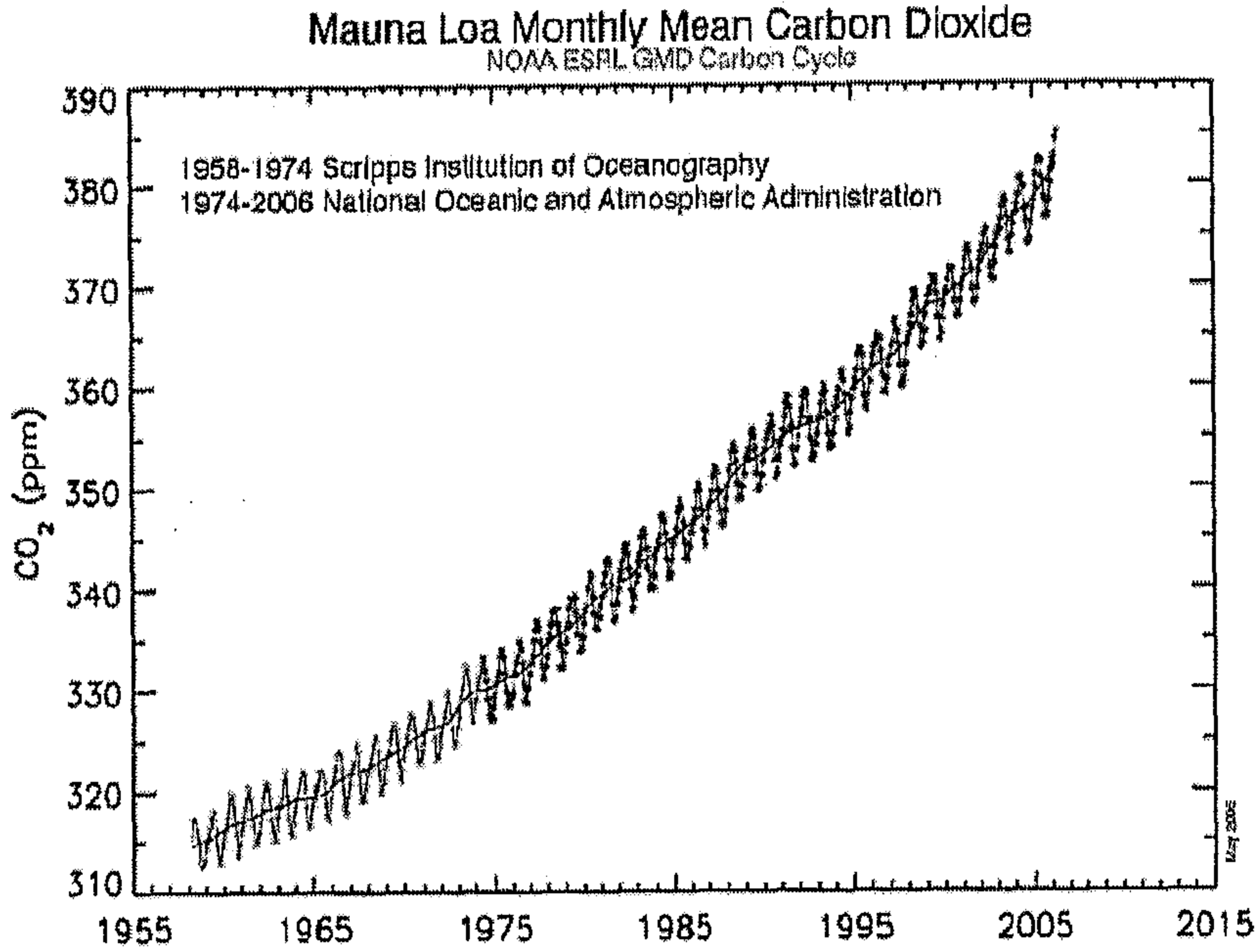
## المبحث الثاني

### غازات الإحتباس الحراري ومصادر غاز ثنائي

#### أوكسيد الكربون.

#### غازات الإحتباس الحراري

من المعروف ان غازات الإحتباس الحراري وخصوصاً بخار الماء وثنائي أوكسيد الكربون وأوكسيد النتروز والميثان لهم دوراً مهماً في رفع درجة حرارة الأرض ولولاهم لكانت معدلات درجة حرارة الأرض وغلافها الجوي تقل عن درجة الصفر المئوي بكثير ولانعدمت الحياة على هذا الكوكب. تلعب غازات الدفيئة دوراً مهماً في رفع درجة حرارة كوكب الأرض من 18 درجة تحت الصفر إلى خمسة عشر درجة مئوية وبذلك تساهم في في بقاء كوكب الأرض مكاناً قابلاً للحياة (Plöger, 2007). الا ان الزيادة في تركيزات هذه الغازات التي أطلقت بعد الثورة الصناعية قاد وسيقود الى ارتفاع في درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض عما كانت عليه قبل الثورة الصناعية مما يهدد بحصول كوارث طبيعية كالأعاصير والفيضانات والجفاف والحرائق. بينت القياسات الحديثة لتركيزات غازات الإحتباس الحراري بوضوح ان الإنسان ومن خلال تنوع أنشطته المختلفة أدخل بالتوازن الغازي لمكونات الغلاف الجوي مما أدى الى إرتفاع في نسب بعض الغازات وبشكل خاص الغازات التي تؤثر وبشكل مباشر في رفع درجة حرارة الغلاف الجوي. وكانت نتيجة زيادة إستهلاك الإنسان للطاقة أن ازدادت تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمعدل 30٪ والميثان بمعدل 150٪ وأوكسيد النتروز بمعدل 17٪ عن معدلاتها قبل الثورة الصناعية (جدول 5) (Latif, 2006). أثبتت القياسات التي أجريت بعد القياسات الأولى لغاز ثنائي أوكسيد الكربون التي قام بها العالم تشارلز كيلنك عام 1950 في منطقة Mauna Loa في جزيرة هاواي إلى وجود تزايد في تركيزات هذا الغاز حتى بلغت 380 جزء بالمليون (0.038٪) عام 2005 م تمثل هذه التركيزات لغاز ثنائي أوكسيد الكربون الأعلى منذ 700 ألف عام مضت (شكل 1) (Rahmstorf, 2007).



شكل 1. إرتفاع معدلات غاز ثنائي أوكسيد الكربون بين الأعوام 1958-2006  
(Optocleane, 2009).

تتكون المركبات العضوية من عنصري الكربون والاكسجين بشكل اساسي وان إحتراقها (تفاعلها الكيميائي مع الأوكسجين) يولد غاز ثنائي أوكسيد الكربون كنتاج لعملية التفاعل. يولد حرق الوقود الإحفوري (الفحم حجري والنفط والغاز الطبيعي) غاز ثنائي أوكسيد الكربون الذي يتصاعد الى الغلاف الجوي. يقوم الغطاء النباتي بالاستفادة من ربع كمية هذا الغاز في عملية التركيب الضوئي بينما تقوم المحيطات والبحار بامتصاص نفس الكمية من هذا الغاز المنطلقة للغلاف الجوي. وهذا يعني ان نصف كمية غاز ثاني اوكسيد الكربون تبقى في الغلاف الجوي للارض مما يزيد من تركيزات هذا الغاز وهذا هو سبب التغير الذي طرأ على مناخ الأرض بعد الثورة الصناعية.

جدول 5. تراكيز الغازات المسببة للاحتباس الحراري (Latif, 2006).

الغاز	قبل الثورة الصناعية	التركيز عام 1998	نسبة التغير بالتركيز لكل عام	مدى البقاء في الغلاف الجوي لكل عام
رابع فلوريد الميثان	40 ppt <sup>+</sup>	80 ppt	1.0 ppt	50000
الفريون FCKW	0	268 ppt	- 1.4 ppt	45
أكسيد النتروز	270 ppb <sup>++</sup>	314 ppb	0.8 pp	114
الميثان	700 ppb	1745 ppb	7.5 ppb	12
ثاني أكسيد الكربون	280 ppm <sup>+++</sup>	365 ppm	1.5 ppm	5-200

+ ppt = جزء بالترليون.

++ ppb = جزء بالبلليون.

+++ ppt = جزء بالمليون.

تمكن هانز سويس Hanz Swiss في خمسينيات القرن الماضي عند تحليله لنظائر الكربون من اثبات ان مصدر ثنائي أكسيد الكربون الموجود في الجو يعود الى حرق الوقود الأحفوري. من جانب آخر اثبت التحاليل العديدة التي اجريت في أماكن مختلفة لمياه البحر الى تطابق النتائج مع النتائج التي توصل لها العالم هانز سويس (Suess, 1955).

الجدير بالذكر هنا ان أية زيادة في عدد البراكين وحرائق الغابات تؤثر بشكل ملحوظ على نسب غازات الاحتباس الحراري في طبقة الغلاف الجوي القريبة من الأرض. تؤدي الزيادة في تركيز غاز ثنائي أكسيد الكربون الى زيادة في زيادة في



حالات الجفاف وعدد حرائق الغابات وهذا ما اثبتته الأعوام ما بين 2002-2003 م إذ ارتفعت درجة حرارة الصيف مما أدى الى حصول جفاف ونشوب حرائق للغابات في كل من الولايات المتحدة الأمريكية والبرتغال و إيطاليا و تركيا واليونان ولبنان (Rahmstorf, 2007).

يتحمل الإنسان ومن خلال تعدد أنشطته الحياتية (الصناعية والزراعية والمنزلية) المسؤولية الكاملة عن زيادة انبعاثات غازات الدفيئة وهو الوحيد القادر على خفض هذه الانبعاثات. تمثل تأثيرات غاز ثنائي أوكسيد الكربون 64٪ من تأثيرات غازات الاحتباس الحراري اما بقية غازات الاحتباس الحراري مثل الميثان و الفريون وأوكسيد النتروز ورابع فلوريد الميثان وغيرها فان تأثيراتها تمثل 36٪ فقط من تأثيرات غازات الاحتباس الحراري بإستثناء تأثيرات بخار الماء (Matthes, 2005).

يعد بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي أكثر الغازات المسببة لظاهرة احترار الأرض وان نسبته تفوق مجموع نسب بقية الغازات المسببة لهذه الظاهرة. غير ان العلماء والمهتمين بدراسة التغير المناخي يركزون على بقية الغازات لسببين أولهما ان الإنسان وحده المسؤول عن زيادة تركيزاتها وهو الوحيد القادر على خفض هذه الانبعاثات الغازية وثانيهما ان الإنسان مسؤول بشكل غير مباشر عن زيادة تركيزات بخار الماء في الغلاف الجوي لكنه غير قادر حالياً على خفض هذه النسبة (Hagedorn, 2005).

ان مصدر بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي هو عمليات التبخر المائي للمحيطات والبحار والبحيرات والانهار وعملية النتح للغطاء النباتي وتنفس الإنسان وبقية الحيوانات وخطوط المياه التي يخلفها الطيران المدني والحربي في الجو. تبلغ نسبة بخار الماء في الهواء 0.25٪ وتختلف من موقع لآخر ومن وقت لآخر في المكان الواحد على عكس من بقية غازات الدفيئة التي تنتشر في الغلاف الجوي والتي تكون تركيزاتها متساوية في جميع المناطق فوق سطح الكرة الأرضية. تقدر كمية بخار الماء الموجودة في الغلاف الجوي لكوكب الأرض بـ  $4 \times 10^{21}$  متر مكعب/ عام وهي كمية تعادل تقريباً كمية المياه الموجودة في بحر الشمال الواقع بين السويد والدنمارك وفنلندا

والمانيا وبولونيا ودول البلطيق في شمال أوروبا وتتكاثر وتسقط على شكل أمطار او ثلوج على الأرض (Rahmstorf, 2007). يعتمد تركيز بخار الماء في الجو على درجة الحرارة حيث ان إرتفاعها يؤدي الى زيادة عملية التبخر وذلك لان جزيئات الماء وبارتفاع درجة الحرارة تزداد طاقتها الحركية فتتباعد الجزيئات فيما بينها وتزداد التصادمات بينها وتتحرك من قوة الشد التي تربطها بالجزيئات الأخرى وتتحول بذلك من الحالة السائلة الى الحالة الغازية على شكل بخار ماء يتصاعد الى الغلاف الجوي. وبعكس هذه العملية حيث تؤدي إنخفاض درجة الحرارة إلى فقدان الجزيئات للطاقة الحركية فتتقارب الجزيئات فيما بينها وتقل تصادماتها وتتكاثر وتتحول الى قطرات من الماء (مطر). ان مدة بقاء بخار الماء في الغلاف الجوي وهي المدة الزمنية مابين التبخر والتبخر قصيرة جداً لا تتعدى بضعة أيام عكس بقية غازات الدفيئة التي تقدر مدة بقائها بالغلاف الجوي بالأعوام (Rahmstorf, 2007).

تؤدي الدقائق الصلبة العالقة بالهواء (Aerosols) دوراً ثانوياً في ظاهرة الإحتباس الحراري لان لها دوراً مزدوجاً، فهي من جانب تساهم في عكس الأشعة الكونية الحرارية المتجهة للأرض مروراً بالغلاف الجوي وبهذا تساهم في خفض درجة حرارة الأرض، ومن جانب آخر تمنع الأشعة الحرارية طويلة الموجة من الإفلات للفضاء الخارجي وتحبسها في طبقات الجو القريبة من سطح الأرض وهي بذلك تساهم في رفع درجة حرارة كوكب الأرض (Rahmsorf, 2007).

### مفهوم ظاهرة الإحتباس الحراري

يعتقد الكثيرون ان بداية الاهتمام بظاهرة الإحتباس الحراري هو سبعينيات القرن العشرين وتحديدأ بعد مؤتمر ستوكهولم العالمي للبيئة عام 1972 الذي ناقش ولأول مرة هذه الظاهرة وأعدّها ظاهرة تحتاج إلى الدراسات المستفيضة بغية الوصول الى نتائج تساعد العلماء على تحليل هذه الظاهرة وإيجاد الحلول المناسبة لها. حذرت الأكاديمية العلمية الأمريكية National Academy of Science في سبعينات القرن الماضي من أخطار الإحتباس الحراري (Climate Research Board, 1979). كما وشهدت نفس الفترة اهتماماً كبيراً من قبل الهيئات الدولية والوطنية ووسائل الإعلام

بظاهرة الاحتباس الحراري. الا ان هذا الاعتقاد هو اعتقاد خاطيء وذلك لان الاهتمام بظاهرة الاحتباس الحراري من خلال الاهتمام بموضوعة إرتفاع درجة حرارة الأرض بدأ بالعالم الفرنسي فورييه Fourier عام 1842 م عندما حاول إيجاد تفسيراً او سبباً معقولاً لظاهرة دفء الأرض (الحناوي، 2004). توصل العالم فورييه اثناء بحوثه الى إن السبب لابد وان يعود الى الغلاف الجوي للأرض الذي يعمل مثل سقف البيت الزجاجي حيث يحبس الحرارة تحته وبهذا توصل العالم فورييه الى نصف الحقيقة. أما العالم البريطاني تيندال Tendam الذي أجرى ابحاثاً مختبرية عام 1865م على قدرة غازي ثنائي أوكسيد الكربون وبخار الماء على إمتصاص الحرارة وقام بقياسات توصل من خلالها إلى تحديد مسؤوليتهما عن ظاهرة دفء الأرض (الاحتباس الحراري) (Wearth, 2003). وكان العالم السويدي ارهانيوس Arrhenius قد طرح في عام 1896 م نظريته في تفسير ظاهرة دفء الأرض عندما أشار الى إحتمال إرتفاع درجة حرارة الأرض وغلافها الجوي نتيجة لزيادة إنبعاث غاز ثنائي اوكسيد الكربون بسبب حرق الفحم الحجري. وقام بإعداد نماذج حسابية لتحديد مقادير الزيادة في درجات الحرارة وكمية غاز ثنائي أوكسيد الكربون والفترة الزمنية اللازمة لحدوث هذه الظاهرة. أما العالم الأمريكي تشيمبرلين Schemberlin فقد أيد نظرية العالم السويدي ارهانيوس حول مسؤولية غاز ثنائي أوكسيد الكربون عن ظاهرة دفء الأرض وأضاف بأن لهذا الغاز دوراً أساسياً في حدوث العصور الجليدية الحديثة جيولوجياً (الحناوي، 2004).

إن اشعة الشمس التي تصل للأرض هي المصدر الأساسي للطاقة ومنها تستمد الأرض الحرارة التي تحتاجها من اجل إستكمال الحياة . فالنبات يستفيد من الطاقة الواصلة عبر أشعة الشمس مستفيداً من الكربون الموجود في غاز ثنائي أوكسيد الكربون والماء ليقوم بعملية التركيب الضوئي اللازمة لإستمرار الحياة فوق الأرض كما في المعادلة التالية.





وبدون أشعة الشمس والطاقة الناتجة عنها لاصبحت الأرض كوكباً بارداً لا يمكن العيش به ولا يحتوي على كائنات حية. والشمس هي عبارة عن مفاعل نووي هائل تحدث فيه تفاعلات نووية تصل درجة الحرارة حوالي 15 مليون درجة مطلقة. إذ تتحد إثنين من البروتونات (الهيدروجين) مع إثنين من النيوترونات لتكوين ذرة واحدة من الهليوم (He) مع فقدان قدر قليل من الكتلة التي تتحول الى طاقة حرارية هائلة تطلقها الشمس الى الكواكب المحيطة بها ومنها الأرض. تعرف الأشعة الشمسية بانها إشعاعات كهرومغناطيسية تنبعث في مسار مستقيم وبسرعة 300 ألف كيلومتر في الثانية الواحدة على شكل تموجات تدعى الفوتونات (Photons) التي تحمل معها الطاقة الى الأرض. ويمكن التمييز بين مختلف الإشعاعات الشمسية من خلال أطوال موجاتها والتي تقاس بالنانومتر ويساوي واحد من المليون من المليمتر (صباريني، 2004). وتستطيع عين الإنسان رؤية الإشعاعات التي أطوالها بين 390-750 نانومتر وتسمى الإشعاعات المرئية.

يصل حوالي 50٪ من مجموع الأشعة الشمسية التي تحترق الغلاف الجوي باتجاه الأرض لتزويدها بالطاقة اللازمة لتسخين اليابسة والمحيطات ويقوم النبات بالاستفادة منها في عملية التركيب الضوئي. تقوم الغيوم بامتصاص وعكس 42٪ من الأشعة الواصلة الى الغلاف الجوي فيما ترتد 5٪ من الإشعاعات الى الفضاء الخارجي نتيجة لإصطدامها بالجسيمات الصلبة الموجودة في الغلاف الجوي بينما تنعكس 3٪ من الأشعة الكونية الى الفضاء الخارجي بعد اصطدامها بالأرض (البيدو) دون تغير في أطوال موجاتها (سفاريني، 2002).

### ما هي ظاهرة الإحتباس الحراري (الدفيئة) ؟

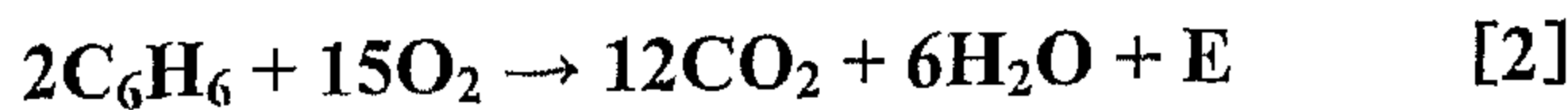
تمكن العالم الانكليزي جيمس واط James Watt عام 1765 م ( Tanaka, 2006) من إكتشاف اهمية الطاقة البخارية فقام بتصنيع اول ماكينة الية تعمل بالطاقة البخارية وأدى هذا الإكتشاف العلمي المهم الى ولوج الإنسان مرحلة جديدة سميت الثورة العلمية الصناعية لا زالت مستمرة حتى يومنا هذا. إجتاحت الثورة العلمية الصناعية بلدان اوربا وإستبدلت نمط الإنتاج اليدوي الفردي بأسلوب الإنتاج الآلي

الصناعي الواسع. استطاع الإنسان وبفضل تطور الإكتشافات العلمية وزيادة استخدام الآلات من تطوير الإنتاج الصناعي والزراعي وزاد من إنتاجية العمل بعد أن زاد من استخدام الآلات بدل القوة العضلية للإنسان القابلة للتعب والإرهاق. وصاحب هذا التطور في عملية الإنتاج حاجة ملحة لبناء تجمعات عمالية سكنية تستوعب الهجرة الحاصلة من الريف إلى المدن وازدادت عدد المناجم التي يستخرج منها الفحم الحجري والمعادن الضرورية للصناعة وتنامي الحاجة إلى وسائل نقل ..... الخ.

أن الزيادة الحاصلة في الإنتاج الصناعي والزراعي صاحبها زيادة مطردة في استهلاك الطاقة الناتجة عن حرق الأخشاب والفحم الحجري وبقية أنواع الوقود الأحفوري (سفاريني، 2002).

لاحظ العلماء البيئيون والمختصون بالأنواء الجوية أن هناك ارتفاعاً تدريجياً في معدلات درجات الحرارة على الصعيد العالمي ابتداءً من عصر الثورة العلمية الصناعية التي شهدتها أوروبا في منتصف القرن الثامن عشر وقد أكدت البيانات الإحصائية المناخية صحة هذه المعلومات (Tanaka, 2007).

معروف أن جميع أنواع الوقود الأحفوري هي مركبات عضوية هيدروكربونية تتكون من اتحاد عنصري الكربون والهيدروجين مع عناصر كيميائية أخرى منها الكبريت والرصاص والنيتروجين والأكسجين. يدخل الكربون كمكون أساسي في التركيب الكيميائي للجزيئات الهيدروكربونية لذلك فإن أي تفاعل أو حرق للوقود الأحفوري ينتج غاز ثنائي أكسيد الكربون وطاقة (E) وفقاً للمعادلة الآتية:



هذا وينتج عن حرق الوقود الأحفوري الحاوي على شوائب من عناصر كيميائية مختلفة مثل الكبريت والنيتروجين والرصاص وغيرها علاوة على غاز ثنائي أكسيد الكربون انبعاث غازات أخرى مثل ثاني أكسيد الكبريت والتي تزيد من تلوث البيئة وتخل بالتوازن البيئي الطبيعي. ويتحمل الإنسان من خلال نشاطاته المختلفة في الصناعة والزراعة والنقل والتعدين والتدفئة المسؤولية الرئيسة عن ارتفاع

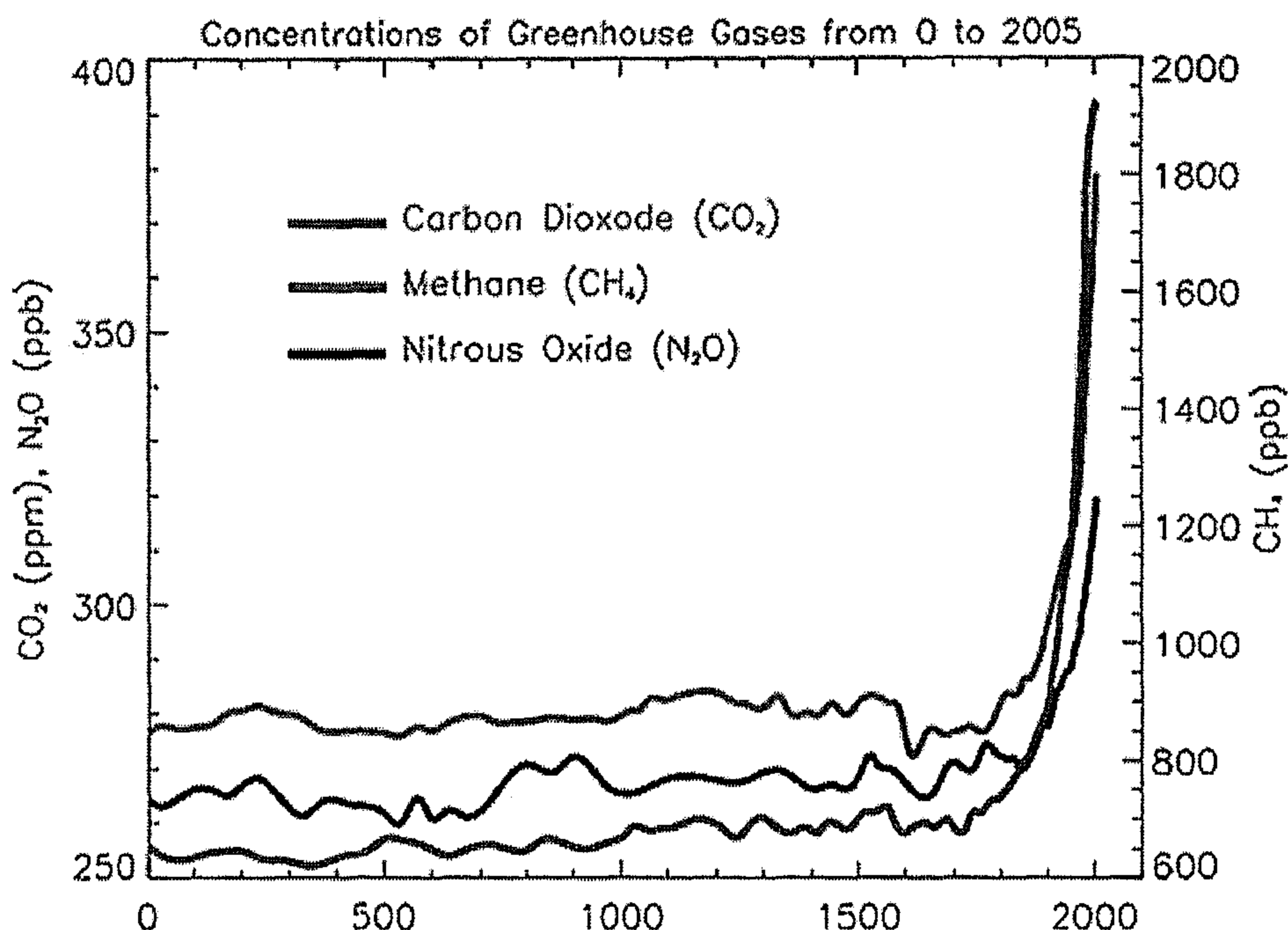
تركيزات غازات الدفيئة (غاز ثنائي اوكسيد الكربون وغاز الميثان وغاز اوكسيد النيتروز) في الغلاف الجوي لكوكب الأرض.

من المعروف ان الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقة في الكون وهي التي تمد الأرض بالدفء والحرارة عن طريق الأشعة الكونية التي تمر بالغلاف الجوي وصولاً الى الأرض. تكتسب الأرض كأي جسم صلب الحرارة وتسخن وتقوم بعد ذلك بإطلاق جزء من الحرارة الى المحيط الخارجي على شكل أشعة حرارية تسمى الأشعة تحت الحمراء. من خواص غازات ثنائي اوكسيد الكربون والميثان واوكسيد النيتروز وبخار الماء انها تقوم بامتصاص الأشعة تحت الحمراء التي تطلقها الأرض ولا تسمح لها بالنفاذ الى الفضاء الخارجي فتحبسها في طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض (Stehr, 2007). كما وان غازات الاحتباس الحراري عندما تمتص الأشعة تحت الحمراء المنطلقة من الأرض تزداد حرارتها وطاقتها الحركية مما يؤدي الى ازدياد تصادمات جزيئاتها مع بعضها البعض ومع جزيئات الغازات الأخرى المكونة للهواء مولدة طاقة اضافية تساهم في إرتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي المحيط بالأرض. تقوم غازات الاحتباس الحراري برفع درجة حرارة طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض وتساهم نفس الغازات بخفض درجة حرارة الطبقات العليا من الهواء في طبقة التروبوسفير (Hegerl, 1997). إن ظاهرة الاحتباس الحراري لم تكن محسوسة ومعروفة في بداية الثورة الصناعية وذلك لأن تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون والغازات الأخرى المسببة لهذه الظاهرة لم تكن عالية كما هي عليه الان (Matthes, 2005). كلما ارتفعت تركيزات غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي للأرض قلت كمية الأشعة تحت الحمراء النافذة الى الفضاء الخارجي وهذا ما يفسر بروز ظاهرة الاحتباس الحراري في العقود الثلاثة الأخيرة.

وجد أن نسبة غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الهواء والناجمة عن حرق الوقود الأحفوري قد ارتفعت من 280 جزء بالمليون قبل الثورة الصناعية الى 380 جزء بالمليون في بداية القرن الحالي (شكل 2). وارتفعت نسبة غاز الميثان في الهواء من 848 جزء بالبليون قبل الثورة الصناعية الى 1800 جزء بالبليون في بداية القرن



الحالي. اما غاز اوكسيد النتروز فقد إرتفعت نسبته من 280 جزء بالمليون قبل الثورة الصناعية الى 312 جزء بالمليون في بداية القرن الحالي (شكل 2) (سفاريني، 2002). يسهم غاز ثنائي اوكسيد الكربون بحوالي 50 % من إسهامات غازات الإحتباس الحراري الاخرى بسبب كمياته العالية المنطلقة للغلاف الجوي على الرغم من إمتصاص النباتات لحوالي 25 % من هذا الغاز وذوبان حوالي 25 % من نفس الغاز في البحار والمحيطات والتي تعد مغاطس طبيعية تخلص المحيط الحيوي من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. أما المحيط المتجمد الجنوبي فيمتص حوالي 25 % من تركيزات الغاز المنطلقة للغلاف الجوي. يقوم كل من الغطاء النباتي والمحيطات والمحيط المتجمد الشمالي والجنوبي بامتصاص الغاز وتخزنه مما يقيه حبيساً هناك مما يلغي اسهامه في ظاهرة الإحتباس الحراري وفي إرتفاع درجة حرارة الأرض (الشرييني، 2007).



شكل 2. تزايد تركيزات غازات الدفيئة إعتباراً من الثورة الصناعية وحتى عام 2005 (Optocleaner, 2009).

إن زيادة نسبة غازات الإحتباس الحراري في الهواء وعدم إمكانية الطبيعة التخلص من الفائض من هذه الغازات سبب خلاً في التوازن البيئي لم يكن موجوداً قبل الثورة العلمية والصناعية والإنفجار السكاني الذي أعقبها. تلعب زيادة تركيزات غاز ثنائي أكسيد الكربون دوراً كبيراً في زيادة نمو النباتات لاعتمادها عليه في عملية التركيب الضوئي (Stafford, 2007).

### مصادر غاز ثنائي أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>

يتكون غاز ثنائي أكسيد الكربون من اتحاد ذرتين من الاوكسجين مع ذرة واحدة من الكربون بواسطة رابطة تساهمية ويرمز له بالرمز CO<sub>2</sub> او O = C = O وهو احد مكونات الهواء الرئيسية والذي يبلغ تركيزه حالياً بحوالي 0.038% حسب قياسات عام 2006 (Rahmstorf, 2007). ويزداد هذا التركيز بمعدل سنوي مقداره 2%. ينتج غاز ثنائي أكسيد الكربون عن طريق الحرق الكامل (تأكسد) للمركبات العضوية التي يدخل الكربون كعنصر أساسي في تركيبها كما هو حاصل داخل الخلايا في الكائنات الحية عند أكسدة او حرق سكر الكلوكوز. تتمكن النباتات والطحالب وبعض أنواع البكتيريا من تثبيت هذا الغاز وتحويله إلى مركب عضوي على شكل سكريات احادية (الكلوكوز والفركتوز) أو سكريات معقدة مثل النشا والسليلوز وذلك من خلال عملية التمثيل الضوئي. يعد حرق الوقود الأحفوري من اهم مصادر غاز ثنائي أكسيد الكربون الأساسية، وهو ناتج أساسي لعمليات حرق أو أكسدة جميع المواد العضوية. يكشف عن هذا الغاز مختبرياً عن طريق امراره على محلول كاربونات الكالسيوم حيث يتعكر المحلول يتحول الى اللون الطباشيري. يذوب بنسب عالية في الماء وتبلغ نسبة ذوبانه 40% أكثر من غاز الأوكسجين في الحالات الطبيعية أما عند زيادة الضغط فترتفع هذه النسبة الى 50% تقريباً. يتحد بالماء ويكون حامض الكربونيك الضعيف حسب المعادلة التالية.



يستعمل غاز ثنائي اوكسيد الكربون بشكله الصلب (الثلج الجاف) في الطائرات للتبريد، يستعمل بشكله الغازي المضغوط في تعبئة المشروبات الغازية والروحية لاعطاء الشعور بالإنعاش كما يذوب 0.2٪ منه بالماء ويكون حامض الكربونيك الضعيف مما يكسب المشروبات الغازية المذاق الحامض. بسبب برودته وعدم تفاعله مع الأوكسجين يستخدم مضغوطاً في قناني الإطفاء لاطفاء الحرائق. ونتيجة لكون هذا الغاز لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال يستعمل غاز ثنائي اوكسيد الكربون مخلوطاً بغازي الهليوم والأرغون في عمليات اللحام بالأوكسجين. اما في مجال الزراعة فانه يستخدم في البيوت الزجاجية كمخصب وذلك لانه يساعد على نمو النباتات بشكل اسرع لإعتمادها عليه في عملية التركيب الضوئي مما يؤدي الى زيادة الإنتاج. ان إرتفاع نسبة هذا الغاز في الهواء الى حدود 5٪ يؤدي الى تخدير الإحياء لذلك جرى استخدامه في المجازر والمسالخ لتخدير المواشي قبل ذبحها.

تتمثل التأثيرات الفسيولوجية لغاز ثنائي اوكسيد الكربون بكونه لا يؤثر على الحياة والتنفس إذا ازدادت تركيزاته حتى حدود 0.5 ٪ اما إذا إرتفعت تركيزاته في حجرات مغلقة عن هذه النسبة فانه يؤدي الى تأثيرت خطيرة على الصحة والحياة. ان إرتفاع تركيزات الغاز الى 1.5 ٪ يسبب زيادة في معدلات التنفس تقدر بحوالي 40 ٪ عن المعدل الطبيعي، اما إذا إرتفعت التركيزات الى 4 – 5 ٪ فان الأشخاص يصابون بالصداع والغثيان وإرتفاع ضغط الدم والسكتة القلبية والغيبوبة. وعند تركيز 8 ٪ فان الأشخاص يموتون بعد 30 – 60 دقيقة. من جانب اخر فان زيادة تركيز غاز ثنائي أوكسيد الكربون في هواء الشهيق يؤدي الى إرتفاع تركيزات الغاز في الدم ويزيد من حمضية الدم ( يقل الـ pH ) وهذا يقود الى تقليل كفاءة الهيموغلوبين للإتحاد بذرات الأوكسجين وبذلك تقل كمية الأوكسجين الواصلة إلى خلايا الجسم. كما وان إرتفاع تركيز الغاز بالدم يقلل من كفاءة الحديد الموجود في هيموغلوبين الكريات الدموية الحمراء مما يقود الى ضعف وصول الأوكسجين للخلايا الجسمية (Wikipedia, 2009).

## دورة غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الطبيعة

تشير دورة غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى عملية التبادل الغازي بين الغلاف الجوي من جهة والكائنات الحية النباتية والحيوانية ومياه المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والغلاف الصخري والتربة من جهة أخرى (موسى، 1996). تتمكن النباتات البرية والبحرية والطحالب وبعض أنواع البكتيريا من الإستفادة من غاز ثنائي أوكسيد الكربون الموجود في الهواء في عملية التمثيل الضوئي لبناء مركبات عضوية (كربوهيدراتية) على شكل سكريات بسيطة مثل سكر الكلوكوز وتتمكن فيما بعد من تحويلها الى سكريات معقدة مثل النشاء والسليلوز تبني من خلالها اجسامها وتستفيد منها كمصدر للطاقة في فعاليتها الحيوية. وتقوم النباتات والطحالب والبكتيريا بتثبيت ملايين من الأطنان سنوياً من غاز ثنائي أوكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي وبذلك تقلل من تركيزاته في الهواء. من جانب آخر تتغذى الكائنات الحية الحيوانية على النباتات وتستفيد من المواد العضوية التي انتجتها النباتات في عملية التركيب الضوئي كمصدر للطاقة تقوم من خلاله بإنجاز جميع فعاليتها الحيوية. وبمساعدة الأوكسجين الذي تتنفسه الحيوانات (الشهيق) تقوم هذه الكائنات الحية بإستهلاك المواد العضوية (كربوهيدرات وبروتينات ودهون) وتحرير ثنائي أوكسيد الكربون مرة ثانية الى الجو (الزفير). وعند موت الكائنات الحية نباتية كانت أم حيوانية تقوم البكتيريا بتفسيخها وتحليلها الى مكوناتها الأساسية مما يؤدي الى تحرير ثنائي أوكسيد الكربون مرة ثانية وتصاعده الى الغلاف الجوي (Hafner, 1987).

يذوب غاز ثاني أوكسيد الكربون في مياه المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار وتتمكن النباتات المائية والطحالب من الإستفادة منه بعملية التركيب الضوئي، بينما تقوم الاحياء البحرية وخصوصاً الصدفيات منها بالإستفادة من هذا الغاز لبناء الأجزاء الخارجية من أجسامها والمتكونة من مادة كاربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  عن طريق تفاعل هايدروكسيد الكالسيوم مع غاز ثنائي أوكسيد الكربون الذائب في الماء وفق المعادلة الآتية (طاحون، 2004):





وتعد المصادر المائية بكل أنواعها ومحتوياتها من الكائنات الحية مغاطس لغاز ثنائي أوكسيد الكربون تقلل من تركيزاته في الغلاف الجوي. إن تزايد تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في مياه البحار والمحيطات ممكن له ان يزيد حموضة المياه مما قد يؤثر على الحياة الطبيعية للحياء البحرية والشعب المرجانية (Feely, 2004).

لم تشهد العصور التي سبقت الثورة الصناعية اختلالاً ملحوظاً في التوازن الطبيعي لغاز ثنائي أوكسيد الكربون إلا ان تدخل الإنسان وخصوصاً بعد بداية الثورة الصناعية واستهلاكه المتزايد للوقود الأحفوري ادى الى اختلالاً واضحاً بالتوازن الطبيعي لغاز ثنائي أوكسيد الكربون مما ادى الى إرتفاع تركيزاته عن المستوى العام لتركيزات هذا الغاز قبل الثورة الصناعية (Bauer, 2005).

### مصادر غاز ثنائي أوكسيد الكربون

ينطلق غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى الجو عن طريق مجموعة من المصادر أبرزها:

#### 1. تفسخ وتحلل المركبات العضوية

يعد تفسخ وتحلل المركبات العضوية من أكبر مصادر غاز ثنائي أوكسيد الكربون على الإطلاق. إذ تقوم الكائنات الحية الدقيقة وبشكل خاص البكتريا وبفعل الأنزيمات التي تفرزها هذه الاحياء الدقيقة من تحليل المركبات العضوية (الكربوهدرات والبروتينات والدهون) الموجودة في أجساد الكائنات الحية الميتة وكذلك مخلفات و فضلات الكائنات الحية وما يتساقط من النبات على الأرض من ثمار وأوراق وأغصان ومواد أخرى. وتقوم هذه الكائنات الدقيقة ( المحللات) من تحليل المركبات العضوية البسيطة والمعقدة وتتمكن من إرجاعها الى مكوناتها الأساسية وهي الماء وغاز ثنائي أوكسيد الكربون. وهناك طريقتين لتحليل المركبات العضوية بفعل البكتيريا هما تحليل هوائي بوجود الأوكسجين وتحليل لاهوائي بإنعدام وجود الأوكسجين وهذا يعتمد على نوع الأحياء الدقيقة التي تقوم بتحليل المركبات

العضوية (موسى، 1996). تموت سنوياً أعداداً لا تحصى من الكائنات الحية النباتية والحيوانية وهي تتكون أساساً من مركبات عضوية ولا عضوية. كما وتختلف هذه الكائنات الحية مخلفات تقدر بملايين الأطنان تقوم الكائنات الدقيقة والبكتيريا بتحليلها وتنتج عن هذه العملية الكيميائية الحيوية إطلاق كميات هائلة من غاز ثنائي أكسيد الكربون والتي تصل الى الغلاف الجوي مباشرة وتؤدي الى إرتفاع تركيزات هذا الغاز في طبقة التروبوسفير. تعمل بعض الاحياء الدقيقة مثل الفطريات والخمائر والطحالب على تخمير السكريات البسيطة والمعقدة وتحويلها الى كحول مطلقة كميات كبيرة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون الى الجو (التميمي، 2004).

## 2. إستعمال الوقود الأحفوري في محطات توليد الطاقة الكهربائية وفي الصناعة والزراعة

رغم دعوات المهتمين بقضايا البيئة بالتحول الى مصادر الطاقة المتجددة، لم تتمكن الكثير من البلدان وبشكل خاص الدول الصناعية الكبرى من تغيير مصادرها التقليدية للطاقة الى مصادر الطاقة المتجددة. ولا يزال الوقود الأحفوري يشكل نسبة عالية من نسب مصادر الطاقة في جميع البلدان. إذ تعتمد محطات توليد الطاقة الكهربائية العاملة حالياً بدرجة اساسية على الفحم والغاز والنفط وهي تستهلك ملايين الاطنان من الوقود الاحفوري من أجل توفير الطاقة الكهربائية لكل من المصانع والمزارع والمنازل.....الخ. ان حرق الوقود الاحفوري يمثل جانباً مهماً واسباباً من مصادر الطاقة المستخدمة في الإنتاج الصناعي والزراعي في جميع البلدان. وان هذا الحرق المتزايد للوقود يؤدي بالتأكيد الى زيادة معدلات تراكيز غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي وهو يمثل مصدر مهم من مصادر هذا الغاز. لم يكن هذا المصدر (المصدر البشري) ذو تأثير كبير قبل الثورة الصناعية على معدلات تركيز غاز CO<sub>2</sub> بسبب ضعف الإنتاج الصناعي الالي والزراعي الالي. من جانب آخر لم تكن الزيادة في عدد السكان مؤثرة عند بداية الثورة الصناعية. إن تضاعف عدد سكان الكرة الأرضية خلال القرنين الماضيين أدى الى زيادة كبيرة وملحوظة في إستهلاك الإنسان للوقود الأحفوري وذلك لتأمين إحتياجات الإنسان المتصاعدة للطاقة. كما وإن تحسن مستوى معيشة الفرد نتيجة التطور العلمي والثقافي له دوراً

مهماً في زيادة إستهلاكه للطاقة عن طريق زيادة استخدامه للأجهزة والأدوات الامر الذي قاد الى زيادة كبيرة جداً في حجم الإنتاج الصناعي. ان النمو السكاني الهائل رافقه زيادة كبيرة في حجم الإنتاج الزراعي الالي من اجل تأمين احتياجات البشر من المواد الغذائية والملابس وغيرها من الاحتياجات الأخرى (Tanaka, 2007).

### 3. الإستخدامات المنزلية المتنوعة

يبلغ عدد سكان الكرة الأرضية حالياً أكثر من ستة مليارات نسمة موزعين على ستة قارات يعتمد جميعهم تقريباً على الطاقة الكهربائية المنتجة في محطات توليد الطاقة الكهربائية في تأمين إحتياجاتهم اليومية المتزايدة في مجالات الحياة المختلفة كالطبخ والإستحمام والتدفئة والإضاءة والكوي.... الخ (المقدادي، 2006). ان نمط الحياة العصرية وخصوصاً في الدول الصناعية والمتطورة جعل إستخدام الأجهزة الكهربائية (تلفزيون، حاسبة، ثلاجة، غسالة، مكواة.... الخ) حاجة يومية ملحة لا يمكن الإستغناء عنها. زادت هذه الحالة من إستهلاك الإنسان للطاقة والتي تأتي مباشرة من حرق الوقود الأحفوري في البيوت كما هو حاصل في التدفئة والطبخ باستخلام الغاز الطبيعي او بشكل غير مباشر عن طريق إستهلاك الطاقة الكهربائية المنتجة في محطات توليد الطاقة الكهربائية. أدى الانفجار السكاني وتزايد الحاجة للطاقة الى زيادة إستهلاك الوقود الأحفوري مما يعتبر عاملاً مهماً من عوامل زيادة تركيزات غازات الإحتباس الحراري في غلاف كوكب الارض. يستهلك قطاع الإسكان في منطقة الخليج العربي حوالي 49٪ من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة في هذه البلدان (الناصر، 2009).

### 4. وسائط النقل

يعد النفط الوقود الرئيسي في وسائط النقل المختلفة في الدول الصناعية وتصل نسبة استخدامة حوالي 97٪ بينما يمثل الغاز الطبيعي 2٪ والطاقة الكهربائية 1٪ (دنجر، 2009). ينتج عن إستهلاك وسائط النقل عالمياً كميات هائلة من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. تطلق وسائط النقل بمختلف أنواعها عالمياً ما نسبته 30 ٪ من مجموع كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنبعثة إلى الغلاف الجوي سنوياً. وتعتبر

الدول الصناعية العظمى ودول الخليج العربي أكثر الدول استخداماً للسيارات الشخصية (Tanaka, 2007).

أشار طلبة وصعب (2008) في ملخص تقريرهما عن نتائج أعمال المنتدى العربي للبيئة والتنمية والذي انعقد في مدينة المنامة تحت عنوان مصير العالم العربي من مصير البيئة والمنشور في جريدة الحياة يوم السابع والعشرين من أكتوبر 2008 الى اعتماد الدول العربية الى حد بعيد على النقل البري الشخصي. وتبلغ نسب امتلاك السيارات في بعض الدول العربية نسباً عالية مما يؤكد ضعف اعتماد هذه الدول على مؤسسات النقل العام. وتبلغ هذه النسب مثلاً في لبنان 434 سيارة لكل ألف مواطن وفي قطر 378 سيارة لكل ألف شخص وفي الكويت 357 وفي السعودية 336 سيارة لكل ألف شخص. كما يشير التقرير الى ان انبعاثات غاز ثاني اوكسيد الكربون في البلدان العربية الناتجة عن قطاع النقل يمثل حوالي 90٪ من المجموع العام لانبعاثات هذا الغاز.

إذا أمعنا في الأرقام المشار اليها اعلاه نتوصل الى ان شخص من كل ثلاث اشخاص يمتلك وسيلة نقل شخصية وهذه النسبة تتضمن الاطفال والشيوخ والمرضى وغيرهم من الاشخاص غير القادرين على امتلاك او قيادة وسيلة نقل. اما عالمياً فان هذه النسبة يمكن ان تزداد وعليه فان عدد وسائل النقل الشخصية يقدر بحوالي 2 مليار وسيلة نقل على افتراض ان عدد سكان كوكب الارض هو ستة مليارات نسمة. يضاف الى ذلك وسائط النقل العام من حافلات وقطارات وطائرات وبواخر وسفن وشاحنات. كل هذا العدد الهائل من وسائط النقل يستهلك الوقود الاحفوري على شكل بنزين، ديزل، غاز وكل هذه المصادر تنفث نتيجة احتراقها غازات ملوثة للبيئة ومن اهمها غاز CO<sub>2</sub> (طلبة، 2008).

##### 5. تنفس الكائنات الحية

تبدأ جميع الكائنات الحية الحيوانية بما فيها الإنسان بالتنفس منذ اللحظة الأولى للولادة وتستمر بالتنفس حتى اللحظة الأخيرة للحياة. تستهلك هذه الكائنات كميات كبيرة من غاز الأوكسجين في عملية التنفس (الشهيق والزفير). وينتج عن هذه



العملية (التفاعل) طرد كميات كبيرة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون تصل بشكل مباشر الى الغلاف الجوي القريب من الأرض وتساهم في زيادة تركيز هذا الغاز.

يكون وقت الشهيق أطول من وقت الزفير ويتراوح معدل التنفس عند الرجل السوي بين 13-18 دورة في الدقيقة وفي المتوسط 16 دورة في الدقيقة ويزداد هذا المعدل في حالات إرتفاع درجة الحرارة والعمل والإنفعالات، وهو عند المرأة أكثر منه عند الرجل بدورتين (Wikipedia, 2009). وبما إن التنفس هو عملية يتم بها تبادل الغازات بين جسم الكائن الحي والهواء فان نسب الغازات الداخلة الى الجهاز التنفسي (الشهيق) وخصوصاً غازي الأوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون تختلف عن نسبة نفس الغازين في الهواء الخارج من الجهاز التنفسي (الزفير). حيث تزداد نسب غاز ثنائي اوكسيد الكربون في هواء الزفير عن نسب نفس الغاز في هواء الشهيق نتيجة التفاعلات الكيميائية الجارية في الخلايا والناجمة عن حرق وأكسدة المواد العضوية التي يتكون منها جسم الكائن الحي او الإنسان. وكما اسلفنا سابقاً فان اي حرق للمواد العضوية ينتج عنه غاز ثنائي اوكسيد الكربون كناتج اساسي للتفاعل الكيميائي.

## 6. حرق الغابات الإستوائية والمزارع

تبلغ مساحة غابات الأمازون والتي تقع في قارة اميركا الجنوبية 7 مليون كيلومتر مربع وهي أكبر غابات العالم. تقع بين مجموعة من البلدان اهمها البرازيل والارجنتين وبيرو وفنزويلا والاكوادور وكولومبيا وتحتوي على 10٪ من إجمالي الكربون المخزون في الأنظمة البيئية الموجودة في الكرة الارضية. وتعد غابة الأمازون وسطاً بيئياً خاصاً يحتوي على مختلف أنواع الأحياء النباتية والحيوانية البرية وكذلك الاحياء المائية. بسبب ضخامة وتنوع الغطاء النباتي الموجود في الأمازون تعد هذه الغابة بمثابة رئة كوكب الارض وذلك نتيجة لدورها الكبير في تخلص الغلاف الجوي من الملوثات وبشكل خاص غاز ثنائي اوكسيد الكربون.

تدخل الإنسان بشكل مباشر في تكوين طبيعة الغابات فقام بحرق مئات الآلاف من الكيلومترات المربعة من الغابات وحولها الى أراضي زراعية ورعوية مما أسهم في إختلال التوازن البيئي العالمي. يعود السبب الرئيسي لتعرية الغابات الى نشاط

الشركات متعددة الجنسيات والمختصة بتصدير الاخشاب حيث تقطع الأشجار المعمرة لأغراض صناعية مثل انتاج الأثاث المنزلي او صناعة الورق او إستعمالها كحطب ووقود (Künkel, 2007). لوحظ في العقود الأخيرة إن هناك إستغلال فاحش وغير مدروس لغابات الأمازون والغابات الإستوائية في جنوب اسيا وكذلك في الغابات الواقعة في شمال اوربا والمنطقة الإسكندنافية وروسيا الامر الذي أدى الى تقليص مساحاتها الخضراء. تنتج 20 ٪ من تركيزات غاز ثنائي اوكسيد الكربون المنطلقة الى الغلاف الجوي عن حرق الغابات والحقول الزراعية. أن 95٪ من حرائق الغابات لا تعود لاسباب طبيعية بل هي نتيجة للتعامل غير المسؤول للإنسان مع الطبيعة (World Wide Fund for Nature, 2005).

## 7. البراكين

البراكين من الظواهر الطبيعية التي ليس للإنسان دخل في حدوثها وتؤدي في كثير من الأحيان الى خسائر بشرية ومادية وبيئية ويوجد حالياً حوالي 516 بركاناً نشطاً في العالم. يوجد في اندونيسيا فقط 180 بركاناً نشطاً و 30 في جزيرة جويانا الجديدة و 40 في اليابان و 20 في كل من الاسكا والفلبين و 15 في ايطاليا و 27 في ايسلندا (Wikipedia, 2009).

تتفجر البراكين نتيجة التصدعات والإحتكاكات التي تقع بين صفائح القشرة الارضية أثناء حركتها وإنزلاقها مما يؤدي الى صعود الحمم البركانية من خلال الشقوق الموجودة في القشرة الارضية الى سطح الأرض من خلال الفوهات البركانية. تحتوي الماغما (الحمم البركانية) على خليط من المواد أهمها بخار الماء وثنائي اوكسيد الكربون وثنائي اوكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين، فضلاً عن الرماد البركاني الذي ينتشر على سطح الارض ولمسافات بعيدة. تبلغ درجة حرارة الماغما المندفعة من فوهة البركان 500 درجة مئوية ويحتوي المقذوف الغازي على خليط من الغازات يبلغ نسبة غاز ثنائي اوكسيد الكربون فيه 14.67 ٪. تعد البراكين المصادر التي تزيد

نسبة غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي وتساعد في حدوث ظاهرة التغير المناخي لكوكب الارض بسبب ضخامة الكميات المقذوفة من الحمم البركانية (Wikipedia, 2009).

## 8. التدخين

يعد التدخين من الظواهر الحديثة والتي لم تكن معروفة على نطاق واسع عالمياً قبل الثورة الصناعية وانتشرت بعد اكتشاف البرتغاليين لقارة اميركا ونقلوها الى أوروبا ومنها الى بقية العالم. إنتشرت هذه الظاهرة السيئة في جميع دول العالم بما فيها البلدان العربية وأصبح عدد متعاطيها يقدرون بمئات الملايين من البشر واصبحت صناعة السكائر من الصناعات التي تدر أرباحاً خيالية على شركات صناعة السكائر. التبغ محصول نباتي يتكون من مواد عضوية هيدروكربونية تولد حين احتراقها غاز ثنائي اوكسيد الكربون. ونتيجة لإنتشار الادمان على هذه العادة السيئة والمضرة بالصحة العامة تنطلق كميات كبيرة من غاز ثنائي أوكسيد الكربون الى الغلاف الجوي وتساهم في زيادة تركيزات هذا الغاز فيه. تقدر نسبة المدخنين على سبيل المثال في المانيا بـ 25٪ في صفوف البالغين وهناك 4٪ يدخنون بشكل غير منتظم، وتقدر نسبة عدد المدخنين من الرجال بحدود 33٪ وفي أوساط النساء حوالي 22٪ (krebssgesellschaft, 2009).

## المبحث الثالث

### التغير المناخي والعصور الجليدية.

التغير المناخي هو كل تغير في مناخ الكرة الأرضية تنخفض أو ترتفع عنده درجة حرارة الأرض وغلافها الجوي وتؤدي إلى تباين واضح في المناخ والبيئة. وقد مرت الكرة الأرضية بعدة تغيرات مناخية على مدى ملايين السنوات الماضية وكانت من نتائج هذه التغيرات المناخية إختفاء أو إنقراض أنواع من النباتات أو الحيوانات منها على سبيل المثال الديناصورات والفيل القطبي ذو الشعر الطويل والانياب الطويلة التي تتجه للأعلى والذي يسمى بالماموث (Rahmstorf, 2007).

بين Latif (2006) إن التغيرات المناخية نوعان الأول: قصيرة الأمد وتستمر تأثيراتها لعدة مئات من السنوات ناتجة عن عوامل وتغيرات بيئية داخلية مثل حركة التيارات المائية في المحيطات كتيارات مياه شمال الأطلسي. والثاني: طويلة الأمد والتي تدوم تأثيراتها إلى عدة آلاف من الأعوام والتي تؤثر بها عوامل وتغيرات مناخية خارجية كإختلاف شدة الأشعة الشمسية الواصلة إلى كوكب الأرض الناتجة عن تغير مدار الأرض حول الشمس.

مر كوكب الأرض بعلة عصور جليدية وبمعدل عصر جليدي كل مئة ألف عام تفصلها فترات دافئة تدوم لفترة عشرة آلاف سنة تقريباً وكان آخرها العصر الجليدي الذي مرت به الأرض والذي استمر إلى ما قبل عشرة آلاف سنة. تعرض كوكب الأرض خلال العصر الجليدي الأخير لأكثر من عشرين تغير مناخي مفاجيء (Dansgaard, 1993). مرت مناطق كثيرة في الكرة الأرضية منها جزيرة جرينلاند بعدد من التغيرات المناخية المفاجئة الحادة خلال العصر الجليدي الأخير (Voelker, 2002). إن الكرة الأرضية تمر الآن في نهاية الفترة الدافئة التي تلت العصر الجليدي الأخير والتي تتميز ليس فقط بإعتدال معدلات درجة الحرارة وإنما أيضاً بانتظام معدلات الدفء بها (Latif, 2006). بدأت العصور الجليدية مباشرة بعد انتهاء



العصر الطباشيري حيث إنخفضت معدلات تركيزات غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي حتى وصلت الى 190 جزء بالمليون مما ادى الى إنخفاض درجة حرارة الأرض ومحيطها الغازي وهذا ما ساعد في ظهور أول عصر جليدي مر على كوكب الأرض (Rahmstorf, 2007).

من أهم التفسيرات للعصور الجليدية (وهي تغيرات مناخية) ما توصل اليه عالم الرياضيات البلجيكي جوزيف ادهيمر Joseph Adhemer عام 1840 والتي نصت على إن التغير في محور دوران الأرض حول الشمس وما يرافقها من اختلاف في شدة الاشعة الكونية الواصلة للأرض تؤدي الى زيادة او نقصان في كميات الثلوج والجليد القاري (Rahmstorf, 2007).

طور العالم الفيزيائي والفلكي الصربي ميلوتان يانكوفيتش عام 1930 تفسير العالم جوزيف ادهيمر واثبت من خلال نظريته المشهورة والتي اعترف بها العلماء فيما بعد بأن العصور الجليدية تحصل حين يتغير محور دوران كوكب الأرض من الدائري الى البيضوي مرة كل مائة الف عام فتمر بذلك الأرض بعصر جليدي وقد تحدثنا عن هذا الموضوع (نظرية ميلانكوفيتش) في المبحث الأول. أشار باول كروتزن Paul Crutzen والحائز على جائزة نوبل للعلوم الى ان ظاهرة الإحتباس الحراري وزيادة تركيزات غاز ثنائي اوكسيد الكربون والتي نتجت عن النشاطات البشرية قد تؤدي الى تأخير مرور الكرة الأرضية بالعصر الجليدي الطبيعي القادم مما يؤدي الى بروز عصر مناخي جديد سماه العصر البشري (Crutzen, 2003).

إن النظام البيئي هو نظام حساس جداً يتأثر بالتغيرات الطفيفة الحاصلة في توازن الطاقة ان اي تغير ولو كان بسيطاً من الناحية الرقمية ممكن له ان يحدث تغيرات مناخية كبيرة وخطيرة في مناخ الأرض. ان زيادة معدلات تركيزات غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي من 190 جزء بالمليون الى 270 جزء بالمليون ممكن له ان يؤدي الى انتقال من عصر جليدي الى عصر دافئ قد يدوم لآلاف

الأعوام. كما ان إرتفاع تركيزات هذا الغاز من 280 جزء بالمليون الى 380 جزء بالمليون أو أكثر يمكن له ان يؤدي الى تاخير او عدم مرور كوكب الارض بعصر جليدي جديد. إن أي تغيير في معدلات تركيزات غازات الإحتباس الحراري مهما كان بسيطاً من الناحية الرقمية يمكن له ان يؤدي إلى تغيرات مناخية مؤثرة في كوكب الأرض.

## المبحث الرابع

### أسباب ظاهرة الإحترار الكوني الحالي والعوامل التي تقو الى التغير المناخي.

تعود أسباب ظاهرة الإحترار الكوني الى عدة أسباب كما يراها العلماء والمهتمون بالبيئة. إذا يرى فريق من العلماء أن غازات الإحتباس الحراري هي المسؤلة عن إرتفاع درجة حرارة الأرض والتغيرات المناخية ( Rahmstorf, 2007; Latif, 2006; Tanaka; 2006). فيما يرى فريق آخر أن الأسباب تعود الى تأثير العوامل الطبيعية مثل حرائق الغابات والبراكين والتذبذب في شدة الأشعة الشمسية والإختلاف في مدارات الأرض والأقطاب الجغرافية والمغناطيسية (ميلوتين يانكوفيتش).

مرت الكرة الارضية خلال الـ مليون سنة المنصرمة بمجموعة من الاطوار بعضها جليدي زحفت خلالها الثلوج الى وسط وجنوب اوربا وانخفضت خلالها معدلات درجة حرارة كوكب الارض ومحيطها الغازي وبعضها وصلت عندها درجات الحرارة ضمن الحدود الطبيعية، وقد مركوكب الأرض باخر عهد جليدي قبل حوالي عشرين ألف سنة (موسى، 1996). وخلال تلك الحقبة الزمنية سادت الكرة الأرضية عصور جليدية كل حوالي مئة الف عام تقريباً تتبعها عصور يسودها المناخ الطبيعي. وفي تلك العصور لم تكن مستويات تركيزات غازات الإحتباس الحراري ترتفع عن المعدلات الطبيعية (270 جزء بالمليون) ولذلك لم يكن لها اي تأثير في ارتفاع درجة حرارة الأرض وغلافها الغازي أو في التغير المناخي لكوكب الارض. يمكن القول ان العوامل الطبيعية مثل البراكين وحرائق الغابات والهزات الأرضية تؤثر في التغير المناخي لكن هذا التأثير يكون محدوداً ولا يدوم لفترة طويلة (Latif, 2006). إن ما يحصل الان من تغير مناخي ملحوظ وإرتفاع في درجات حرارة الأرض ومحيطها الغازي يترافق مع إرتفاع متواصل في تركيزات غازات الإحتباس الحراري وخصوصاً غاز ثنائي اوكسيد الكربون حيث إرتفعت نسبته من 270 جزء بالمليون قبل الثورة

الصناعية الى حوالي 380 جزء بالمليون تقريباً عام 2005 (بزيادة مقدارها 30%). إن تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون قد إرتفعت كذلك في مياه المحيطات والبحار مما أدى الى زيادة حمضية المياه الأمر الذي أثر على حياة الأحياء البحرية (Sabine, 2004). تشير الأبحاث والدراسات والتجارب المختبرية الى ان هذه التركيزات لغاز ثنائي اوكسيد الكربون هي الأعلى منذ 700 الف سنة مضت (IPCC, 2001). يعكس ذلك العلاقة المباشرة بين التغير المناخي الذي يسود الأرض حالياً وزيادة معدلات تركيزات الغازات المسببة للاحترار الأرضي. يتحمل الإنسان المسؤولية المباشرة عن هذه الظاهرة وما تسببه من كوارث طبيعية وتغيرات سلبية في البيئة الطبيعية (تلوث الهواء والماء والتربة) واختلال في التوازن البيئي الطبيعي الذي كان يسود كوكب الأرض (Latif, 2006).

إن تزايد نشاط الإنسان في المجال الصناعي والزراعي والمنزلي وغيرها من النشاطات البشرية الأخرى مثل عمليات التعدين وعمليات توليد الطاقة في المحطات التي تعمل على حرق الوقود الإحفوري والاستعمال المتزايد لوسائل النقل (طائرات، قطارات، باصات، سيارات صغيرة) وما تستهلكه من انواع الوقود ناهيك عن الإستخدام المتزايد والمفرط للأجهزة الكهربائية في البيوت (طبخ، كوي، غسل، تدفئة.. الخ) هو من العوامل الأساسية لزيادة إستهلاك الطاقة والتي تأتي نسبة عالية منها عن طريق إستهلاك مختلف انواع الوقود والذي يؤدي الى إنطلاق مختلف أنواع الغازات الى الغلاف الجوي وعلى رأسها الغازات المسببة للإحتباس الحراري. من جهة ثانية تسبب الإنسان عن قصد بقطع الأشجار المعمرة وبتحويل ملايين الكيلومترات المربعة من الغابات الاستوائية في منطقة الامازون في أميركا الجنوبية وفي الغابات الاستوائية في جنوب شرق آسيا الى أراضي للزراعة الحقلية ولرعي الابقار وبذلك قلل إمكانية التخلص من غاز ثنائي أوكسيد الكربون التي تستهلك في عملية التمثيل الضوئي (Bauer, 2007).

يؤثر العامل الطبيعي في ظاهرة الإحتباس الحراري، إذ تعمل البراكين مثلاً على إطلاق كميات كبيرة جداً من بخار الماء وغاز ثنائي أوكسيد الكربون علاوة على



غازات ثنائي اوكسيد الكبريت  $SO_2$  وكبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  (موسى، 1966).  
ويعد الرماد البركاني المنطلق من فوهات البراكين بمثابة مواد عالقة في الجو تؤثر على  
الإشعاعات المنطلقة من الارض وتحبسها في الطبقات الهوائية القريبة من الارض،  
فضلاً عن الحرارة المنطلقة من فوهة البراكين التي ترفع درجة حرارة الهواء ودور  
الطمي البركاني في تسخين الأرض والهواء في آن واحد (موسى، 1996).

فيما يتعلق بتاثير العوامل الكونية والطبيعية الأخرى في الإحترار الكوني، لم  
تسجل العوامل الكونية مثل انحراف الارض عن مسارها عند دورانها حول الشمس  
وشدة الاشعة الشمسية الواصلة الى الارض ولا الضواهر الطبيعية كالبراكين تغيراً  
ملحوظاً كبيراً خلال القرن الماضي. يدل ذلك على أن تأثير ذلك لم يكن مؤثراً في  
ارتفاع درجة حرارة الأرض والتغير المناخي خصوصاً منذ الثورة الصناعية ولحد يومنا  
هذا (Latif, 2006).

من هنا يبرز دور العامل البشري على اعتباره أهم عامل مؤثر في الإختلال  
الحاصل في التركيبة الغازية للهواء والتي ينتج عنها تغيراً ملموساً في مناخ كوكب  
الارض إن الإنسان وافراطه في حرق مصادر الطاقة (الوقود الإحفوري) وإستهلاكه  
المتزايد للطاقة وعدم إهتمامه بالإجراءات والمساعي التي تهدف الى التقليل من  
إستخدام الطاقة والتقليل من الانبعاثات الغازية الملوثة للغلاف الجوي يعتبر هو  
المسؤول المباشر عن التغير المناخي الذي طرأ على مناخ الأرض اعتباراً من الثورة  
الصناعية والى يومنا هذا (Rahmstorf, 2007). ان انتباه الانسان لسؤ سلوكه اتجاه  
البيئة جاء متأخراً ومتأخراً جداً وان انتقاله للحصول على الطاقة التي يحتاجها لمصادر  
الطاقة المتجددة والبديلة والمتمثلة بالطاقة المنتجة عن طريق الرياح وتيارات المياه  
واستخدام المياه الجوفية الحارة كان متأخراً جداً ايضاً. على الإنسان ان يعي الخطر  
الذي يواجه البشرية والحياة البرية ويتحمل المسؤولية كاملة عن دوره في تلويث البيئة  
وتغيير معالمه

### المخاطر الناتجة عن التغير المناخي

أشار التقرير الصادر في شباط 2007 عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير

المناخ IPCC انه بات من المؤكد بالنسبة للعلماء بان الحرق الزائد للوقود الاحفوري في الانشطة البشرية المتعددة هو المسبب لظاهرة الاحتباس الحراري. وكان التقرير الأخير لهذه الهيئة والصادر عام 2001 قد توقع ان ترتفع درجة حرارة المحيط الجوي لكوكب الارض بما يتراوح بين 1.8 الى 5.8 درجة مئوية بحلول العام 2100 وتؤكد التقارير المذكورة ان الانسان ومن خلال نشاطاته المتعددة اصبح يواجه مشاكل بيئية كبيرة كان هو السبب الرئيسي في حصولها. يشير الارتفاع في اسعار النفط في الاسواق العالمية في النصف الاخير من عام 2008 وجود زيادة كبيرة في معدلات الطلب على المنتجات البترولية مما يعكس ان استهلاك الوقود الاحفوري للحصول على الطاقة في تصاعد مستمر رغم تحذيرات العلماء والمتخصصين بالبيئة بضرورة الانتقال التدريجي لمصادر طاقة اخرى كالطاقة المتجددة تكون اكثر رفقا بالبيئة من الوقود الاحفوري (IPCC, 2001).

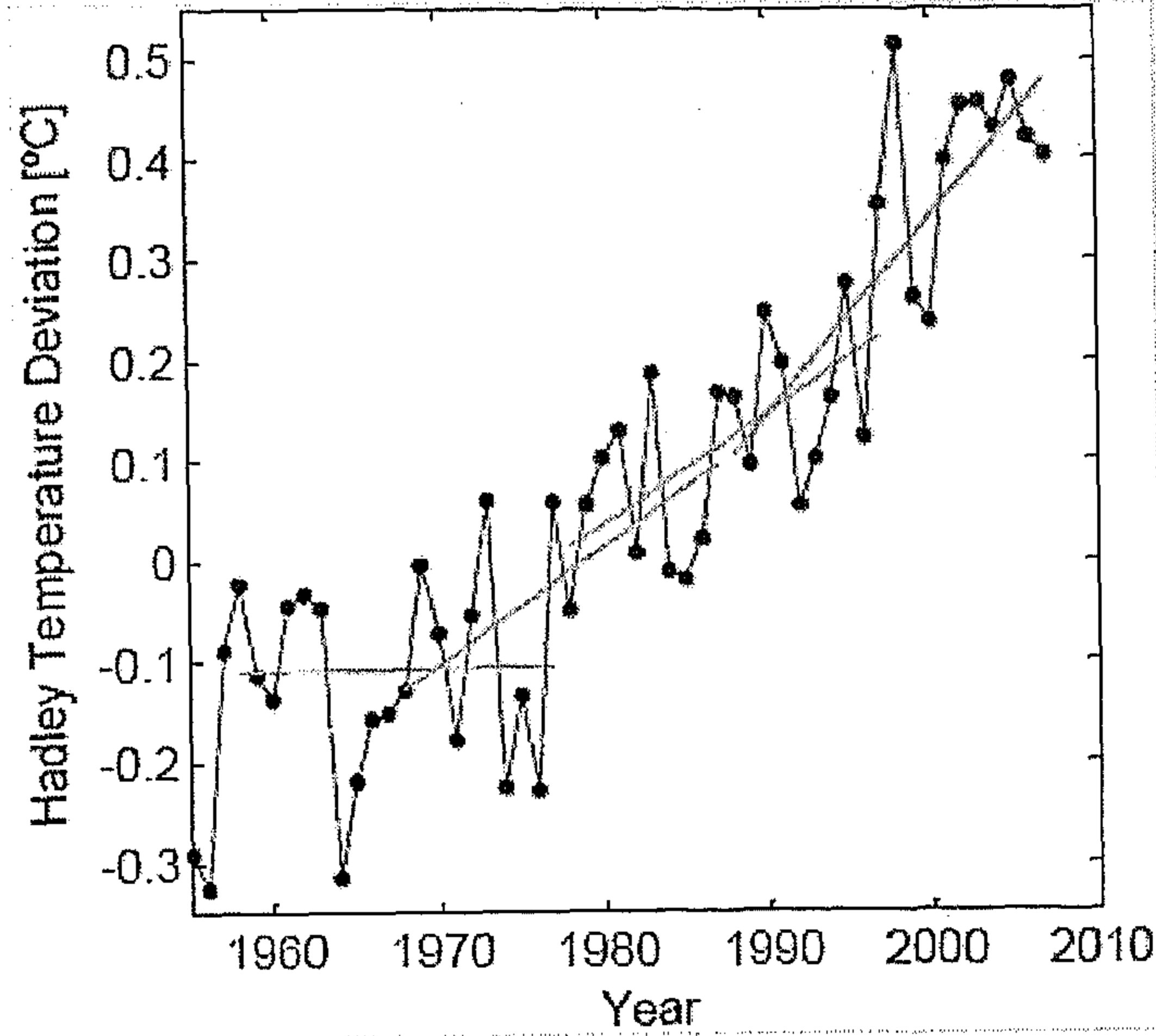
### مخاطر ارتفاع درجة حرارة الأرض

إن انخفاض معدلات درجة حرارة كوكب الارض يمكن له أن يوصلنا الى عصر جليدي جديد أما ارتفاع معدلات درجة حرارة كوكب الأرض حتى ولو كان بمقادير بسيطة كما هو حاصل الان فانه سيؤدي بالتأكيد الى كوارث بيئية لا يمكن تخيلها. تشير مراكز الارصاد المناخي ان متوسط درجة حرارة الارض قد ارتفعت خلال القرن الماضي 0.6 درجة مئوية وان هذا الارتفاع في درجة الحرارة سوف يزداد بالمستقبل بسبب الانفجار السكاني وتزايد استهلاك الوقود الاحفوري ( IPCC, 2001). ان هذه الزيادة الطفيفة في درجة الحرارة قد سببت الكثير من الكوارث البيئية المتمثلة بالفيضانات، الجفاف، الاعاصير، وحرائق الغابات. كما أشارت توقعات اخرى الى أن متوسط درجة حرارة الأرض سيبلغ عند نهاية القرن الحالي 1.4 – 5.8 درجة مئوية وستؤدي هذه الزيادة في متوسط درجة الحرارة الى مشاكل بيئية وانسانية لا يمكن السيطرة عليها (Rahmstorf, 2007).

أشارتا Omphalius and Azagli (2008) الى إن متوسط درجة حرارة كوكب الارض إرتفعت في المئة سنة الاخيرة 0.6 درجة مئوية وان هذا التغيير في

درجة الحرارة رغم محدوديته كان مؤثراً جداً بحيث ادى الى حدوث تغيرات كبيرة في مناخ الكرة الأرضية منها ازدياد عدد الكوارث الطبيعية والذوبان المتسارع للثلوج القطبين الشمالي والجنوبي وانقراض انواع كثيرة من الحيوانات والنباتات. شهدت العقود الخمسة المنصرمة إعتباراً من ستينيات القرن الماضي إرتفاعاً ملحوظاً في معدلات درجة حرارة كوكب الأرض كانت نتيجتها تغيرات كبيرة في المناخ العالمي وخصوصاً في الدول النامية والفقيرة وهي أكثر الدول التي تعاني من مساويء هذه الظاهرة (شكل 3). بينت حداد (2008) ان جليد القطب الشمالي قد خسر نحو ثلث مساحته خلال الثلاثين سنة المنصرمة وسجل مستواه الادنى عام 2007. كما وان ذوبان الجليد القطبي يبطل مفعوله التبريدي العاكس لاشعة الشمس مما يعني ازدياداً في الاحترار الكوني واختلالاً في انماط الطقس.

يؤكد جيردس Gerdes من معهد الفريد فيكينر Alfred-Wegener Inistiut في المانيا ان تحليل البيانات التي التقطتها الاقمار الصناعية اعتباراً من العام 1979 تشير الى ان حجم الجليد الموجود في القطب الشمالي تراجع الى اقل مستوياته 4.1 مليون كيلو متر مربع في عام 2007 وان القطب الشمالي قد خسر خلال السنوات السابقة اعتباراً من عام 1979 اكثر من 2.2 مليون كيلو متر مربع من الجليد بسبب الاحترار الكوني (Umweltschutz-news, 2008).



شكل 3. إرتفاع درجة الحرارة عالمياً خلال الخمسين عام المنصرمة ( Wissenslogs, 2008)

من جانب آخر تؤكد بعض التقارير إن الجليد في القطب الشمالي سوف يقل بنسبة 50% بحلول العام 2100 إذا استمرت درجات الحرارة بالارتفاع عن معدلاتها. وهذا يعني ان خاصية عكس الأشعة الشمسية الساقطة على الجليد (البيدو) ستقل مما يسبب في زيادة ارتفاع حرارة كوكب الارض وقد يفاقم مشكلة التغير المناخي التي يعاني منها كوكب الارض حالياً (klimawandel-global, 2008).

يقع جبل كليماندارو Kilemandscharo بين كل من تانزانيا وكنيا وهو أعلى جبل في قارة أفريقيا ويبلغ إرتفاع قمته 5895 متر فوق مستوى سطح البحر وكان الجبل مغطى بكميات كبيرة من الثلوج في القرن قبل الماضي. تشير التقارير والصور الميدانية الحديثة لجبل كليماندارو الى ان هذا الجبل قد فقد نسبة عالية جداً من الجليد



بحيث لم يبقى به سوى بقع من الثلج تغطي قمته. السبب يعود كما تؤكد هذه التقارير الى قلة المتساقطات من الثلوج وإرتفاع درجة الحرارة، حيث ان درجة الحرارة فوق هذا الجبل في النهار في موسم الشتاء تعدت الصفر المئوي (-Klimawandel, 2008, global.de). من جانب اخر اثبتت التقارير العلمية الصادرة عن الأكاديمية العلمية الصينية في بكين من ان الجبال الثلجية المتواجدة بالصين فقدت حوالي 18 ٪ من حجمها خلال السنوات الخمس الماضية، وان المساحة الكلية للجليد في الجبال الصينية والبالغة مساحتها 20 ألف كيلو متر مربع فقدت حوالي 7.4 من مساحتها الاجمالية بسبب الاحترار الكوني (Klimawandel-global.de, 2008).

### الأخطار التي تواجه البيئة بسبب الإحتباس الحراري

نتيجة للإرتفاع الذي حصل في معدلات درجة حرارة كوكب الأرض وارتفاع درجة حرارة مياه البحار والمحيطات إعتباراً من عام 1970 م والتي لم تحصل بسبب زيادة في شدة الإشعاعات الشمسية (Solanki, 2003). حصلت تغيرات مناخية وبيئية جوهرية في الكرة الأرضية خلال العقود الأربعة الماضية سببها ظاهرة الإحتباس الحراري نوجز أبرزها بما يلي :

- إزدیاد عدد وشدة الأعاصير والفيضانات وحرائق الغابات وموجات الجفاف التي حصلت في مناطق مختلفة من العالم وخصوصاً في المناطق التي يزداد بها إستهلاك الوقود الإحفوري وما يصاحبه من إنبعاثات غازية مثل اميركا الشمالية واوربا وجنوب شرق اسيا وذلك لان هذه المناطق من العالم هي مناطق صناعية عظمى وتستهلك نسبة عالية من حجم إستهلاك العالم للطاقة.
- شدة الاعاصير والامطار الغزيرة وارتفاع مستوى سطح البحر يهدد المناطق الساحلية والمعروفة بارتفاعاتها المنخفضة مثل بنغلاديش وهولندا وجزر الكاريبي ومدن مثل هامبورغ وهونج كونج والبصرة بالغرق. سيؤدي هذا الامر مستقبلاً الى نزوح الملايين من البشر من مناطق سكنهم وسيسبب خسائر مادية تقدر بالاف المليارات من الدولارات.
- زیلة في عدد وشدة حرائق الغابات التي اجتاحت مناطق كثيرة من العالم كما

حصل مؤخراً في كل من الولايات المتحدة الأمريكية واليونان وتركيا وإيطاليا والبرتغال ولبنان والتي أدت الى القضاء على الحياة في الغابات وزادت من معدلات التلوث الهوائي والمائي في هذه المناطق وأدت الى تشريد الملايين من مدنهاهم وقراهم.

■ الذوبان السريع لجبال الجليد في القطبين الشمالي والجنوبي وجبال الهمالايا مما أدى وسيؤدي إلى ضياع الإحتياطي العالمي من الماء العذب والصالح للإستهلاك البشري والزراعي وسيؤدي الى إرتفاع مستوى سطح البحر مما يهدد المناطق الساحلية بالفيضانات المدمرة. رصدت الأقمار الصناعية إنخفاضاً في كميات الجليد في القطبين بين 1979-2005 مقداره 25% (Correll, 2004).

■ زيادة معدلات الامطار في الجزء الشمالي من العالم والمناطق المدارية مقابل تعرض المناطق الوسطى والمناطق الجافة والاستوائية الى موجات من الجفاف والتصحر وهذا بدوره سيؤدي الى موت الحيوانات والنباتات والى تشريد ملايين من البشر عن اوطانهم.

■ إجتياح موجات من الحر الشديد لمناطق كانت تعرف باعتدال مناخها او باجوائها الباردة مثل اوربا تلك الموجات من الحر سببت في صيف عام 2003 وفاة 35 ألف شخص في اوربا غالبيتهم من كبار السن والاطفال (WMO, 2003).

■ الإنتقال التدريجي للحشرات والافات الزراعية من أفريقيا الى جنوب أوربا او من جنوب اوربا الى شمالها كما حصل مع حشرة صغيرة تشبه القراد اجتاحت غابات المانيا في الأعوام الثلاث الماضية وأدت لاصابة أكثر من 200 ألف شخص بأمراض متعددة منها التهاب الدماغ وأغشيته والحساسية المزمنة.

■ توسع مدى انتشار وانتقال بعض الامراض مثل الملاريا الى مناطق اخرى لم يكن المرض معروفاً بها مثل جنوب اوربا واصابة الألاف. معروف ان مرض الملاريا هو من الأمراض التي تستوطن المناطق الإستوائية الحارة وان هذا المرض يحصد ارواح الملايين من البشر سنويا وان انتشاره يعتبر كارثة بيئية

### وصحية.

- لإزدیاد عدد المجاعات بسبب الجفاف الشديد الذي يصيب بعض مناطق أفريقيا وأسيا كالسودان وكينيا والصومال واثيوبيا والهند وباكستان ويؤدي الى موت الملايين من الماشية ناهيك عن الدمار الذي يصيب الحقول الزراعية اضافة لموت وتشريد ملايين من البشر عن مناطقهم.
- تفاقم ازمة المياه الصالحة للشرب بالعالم نتيجة التسارع في تبخر مياه البحيرات والأنهار والجليد القطبي مما يهدد بكوارث بيئية خطيرة بسبب معانات مناطق كثيرة في أفريقيا كاثيوبيا والصومال وفي آسيا مثل سوريا ولبنان والاردن وفلسطين وإسرائيل والهند وبنغلاديش من ندرة المياه الصالحة للشرب والري. كما ويهدد هذا الموضوع إستقرار هذه المناطق بسبب خطر نشوب حروب على المياه بين هذه البلدان.
- إنتشار الأوبئة والأمراض مثل الكوليرا والاسهال وموت الآلاف من البشر وخصوصاً الأطفال منهم بالمناطق المنكوبة بالأعاصير والفيضانات بسبب إختلاط مياه المجاري بمياه الشرب.
- التهديد المباشر للحياة البرية والذي يصل نحو 30٪ بسبب التغير السلي والخطر الذي حصل في البيئة الحيوانية والنباتية كنتيجة لظاهرتي الاحتباس الحراري والتغير المناخي. سيؤدي التغير حتماً الى إنقراض الكثير من الأنواع النباتية والحشرية والحيوانية البرية كما هو حاصل حالياً للدب القطبي. تؤكد بعض الدراسات أن التغير المناخي يؤدي الى إنقراض حوالي 40 – 100 كائن حي نباتي او حيواني يومياً (إبراهيم، 2006).

## المبحث الخامس

### تلوث جوا الأرض بسبب نشاطات الإنسان في

#### إطلاق غازات الاحتباس الحراري وتدمير طبقة الأوزون

يعرف التلوث الهوائي على انه كل تغيير في خصائص ومواصفات الهواء الطبيعي يترتب عليه خطراً على صحة الإنسان والبيئة، سواء كان هذا التلوث ناتجاً عن عوامل طبيعية أو نشاط إنساني (طاحون، 2004). ويعد من المشاكل الخطيرة التي تواجه الإنسان والكائنات الحية وعندما يصل الى مرحلة خطيرة يكون من الصعب السيطرة عليه وإيقاف أخطاره المتعددة والمدمرة. يؤكد الكثير من الباحثين والعلماء البيئيين على ان التلوث البيئي والعوامل المؤدية اليه قد تزايدت نتيجة التطور العلمي الذي حصل في علوم الكيمياء والأحياء وكذلك ايضاً للتطور الصناعي الهائل وحاجات الإنسان المتزايدة للمواد الأولية والمصنعة. تمكن الإنسان في القرنين الماضيين من إكتشاف وتصنيع الكثير من المواد الكيميائية التي لم تكن معروفة من قبل مثل المواد البلاستيكية وغازات مثل غاز كلورو فلورو كاربون وثلاثي فلوريد النيتروجين ( $\text{NF}_3$ ) وغيرها من المواد (Latif, 2006). غزت المواد الكيميائية الصناعة وخصوصاً الصناعات الكيميائية والبلاستيكية والبيetroكيمياويات وباتت بعض المواد كالأحماض مثل حامض النريك  $\text{HNO}_3$  وحامض الكبريتيك  $\text{H}_2\text{SO}_4$  وحامض الهيدروكلوريك  $\text{HCl}$  مواد تدخل في الكثير من الصناعات العضوية وغير العضوية وهي بالتالي مواد تتحول من شكل الى آخر نتيجة تفاعلها مع غيرها من المواد الكيميائية وتؤدي ايضاً الى تحرير البخرة وغازات تتصاعد الى الغلاف الجوي وتسبب تلوثاً خطيراً للهواء والمياه والتربة. ويسمى هذا النوع من التلوث بالتلوث المستحدث لانه ناتج عن مواد كيميائية مصنعة من قبل الانسان لم تكن معروفة او مستخدمة قبل الثورة الصناعية والتكنولوجية التي بدأت في القرن الثامن عشر الميلادي.

يشير المقدادي (2006) الى ان عدد سكان كوكب الأرض يبلغ حالياً أكثر من 6 مليار نسمة وإن هذا العدد قابل للزيادة بسبب زيادة معدلات النمو السكاني



العالمي. يؤدي النمو السكاني المتزايد الى زيادة الطلب على المواد الأولية الداخلة بالصناعة وكذلك على الوقود الإحفوري بكافة أنواعه من اجل توفير الطاقة اللازمة لتلبية حاجيات الانسان المتزايدة في نشاطاته المنزلية والصناعية. يحصل التلوث الهوائي نتيجة للعوامل الطبيعية المتمثلة بالبراكين وحرائق الغابات التي تحصل بفعل إرتفاع درجة حرارة المواد العضوية مثل اوراق الأشجار المتساقطة او الحشائش الجافة في فصل الصيف او نتيجة للعوامل البشرية والصناعية الناتجة عن عوادم وسائط النقل أو الإبعثات الغازية الناتجة عن عمليات التصنيع المختلفة وعمليات حرق الوقود الإحفوري. تعد وسائط النقل المختلفة عاملاً أساسياً في تزايد تلوث الهواء، إذ تستخدم عادة البنزين والديزل (المازوت) والغاز كمصدر للطاقة. ويعد الديزل من أكثر انواع الوقود ضرراً بالبيئة والصحة العامة ويحتوي على نسبة 4 ٪ من عنصر الكبريت الذي يؤدي احتراقه الى اطلاق غازات مضرّة بالبيئة مثل أكاسيد الكبريت. اما نسبة الرصاص بالديزل فتقدر بحوالي 3.9 ملغم/كغم ويؤدي احتراقه الى تكوين أكاسيد الرصاص المضرّة (طاحون، 2004).

تتحد بعض الأكاسيد مثل أكاسيد الكبريت والكربون والنيتروجين والناتجة عن النشاطات البشرية والصناعية مع الماء والرطوبة وترفع من حمضية الأمطار الساقطة على الأرض (المطر الحامضي) التي تؤدي الى تلوث المياه والتربة والى موت النباتات.



تقسم المواد الملوثة الى مواد ملوثة قابلة للتحلل عضوياً بفعل نشاط البكتريا واخرى غير قابلة للتحلل عضوياً. وتتصف المواد غير القابلة للتحلل عضوياً بكونها مواد خطيرة بيئياً تتحول بالتفاعل مع غيرها من المواد الكيميائية الى مركبات جديدة يصعب التخلص منها ويبقى تأثيرها وخطورتها لمدد زمنية طويلة جداً ومن هذه المواد غاز كلورو فلورو كربون وغاز ثلاثي فلوريد النيتروجين.

يعد غاز ثلاثي فلوريد النيتروجين ( $\text{NF}_3$ ) من الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري وان فعاليته تفوق فعالية غاز ثنائي أوكسيد الكربون بحوالي 17

الف مرة كما وان فترة بقاءه تقدر بحوالي 740 سنة. وتظهر التقنيات الحديثة إنه يوجد حوالي 5400 طن متري من هذا الغاز في الغلاف الجوي وان الكميات تزداد بمعدل 11 % كل عام بسبب إستغناء الشركات والمصانع عن الغازات المسببة لتاكل طبقة الأوزون وإستبدالها بغاز ثلاثي فلوريد النروجين. يلعب هذا الغاز دوراً متزايداً في تفاقم ظاهرة الاحترار الكوني ويجب اضافته الى الغازات المسببة للتغير المناخي. وتشير التقديرات السابقة ان مستويات هذا الغاز كانت أقل من 1200 طن متري في عام 2006 (Weiss, 2008).

### دور الإنسان في تاكل طبقة الأوزون

يعد غاز الأوزون  $O_3$  هو من الغازات الموجودة في طبقة الستراتوسفير على ارتفاع 15 – 30 كم من الغلاف الجوي (التميمي، 2006). وينتج من اتحاد ذرة واحدة من الأوكسجين الذري  $O$  مع جزيء من غاز الأوكسجين  $O_2$  بوجود الأشعة فوق البنفسجية (Ultra Violet, UV) كعامل مساعد لتكوين الأوزون ثلاثي الاوكسجين  $O_3$ . يلعب الأوزون دوراً كبيراً في وقاية كوكب الأرض من تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية الضارة. إذ يمتص هذا الغاز ما بين 97 – 99 % من هذه الأشعة الداخلة الى الغلاف الجوي لكوكب الأرض بينما يسمح بمرور الأشعة الحرارية تحت الحمراء التي ترفع درجة حرارة الأرض وتمدها بالدفء (إسماعيل، 2006). تكمن خطورة الأشعة فوق البنفسجية في قدرتها (عند زيادة كمياتها الواصلة الى الأرض) على القضاء على البلانكتون البحري وبذلك تتحطم السلسلة الغذائية في البحار والمحيطات الأمر الذي ينعكس سلباً على الحياة البحرية والبرية للأرض. ويؤدي التعرض الزائد لهذه الأشعة الى إصابة الإنسان والحيوانات بسرطانات الجلد كما ويؤدي ايضاً الى تلف المحاصيل الزراعية أو الى تقليل إنتاجها بنسبة قد تصل الى 30 % (جمعة، 2006).


تتجمع الغازات المضرة بطبقة الأوزون في طبقة الستراتوسفير على إرتفاع أكثر من 8 كم فوق منطقة القطبين وتقوم بمهاجمة جزيئات الأوزون وتقلل من تركيزها مما

يسبب في غرتفاع كمية الأشعة فوق البنفسجية الواصلة الى سطح الأرض (موسى، 1996).

وتتمكن ذرة واحدة من الكلور مثلاً من مهاجمة وتخطيم حوالي مائة الف جزيء من غاز الأوزون. بدأ الاهتمام العالمي بتأثيرات غاز كلوروفلوروكربون على طبقة الاوزون بعد التحذيرات الذي اطلقها عام 1974 كل من ماريو مولينا Mario Molina و فرانك شيرود رونالد Frank Sherwood Rowland من التأثيرات السلبية لمادة كلوروفلوروكربون التي يستخدمها الإنسان في الثلاجات واجهزة التبريد المركزية وقناني مزيلات الروائح على طبقة الاوزون (الحناوي، 2004).

مركب كلوروفلوروكربون هو مركب عضوي هيدروكربوني خامل لا يحترق وعديم اللون والرائحة. يحضر من إحلل الهالوجينات مثل الكلور والفلور محل ذرات الهيدروجين في المركب العضوي ويرمز لها بالرمز FCKW وتسمى في بعض الاحيان بالفلوروكلورو ميثان ( $CF_2Cl_2$  و  $CFCI_3$ ) (Laube, 2008). تم اكتشاف هذه الغازات من قبل توماس مدجلي Thomas Midgley العامل في شركة جينرال موتورز الأمريكية عام 1929 وتم انتاج هذه الغازات واستخدامها بالصناعة ابتداءً من عام 1930 (Wikipedia, 2009). لوحظ في سبعينيات القرن الماضي ان إنطلاق كميات كبيرة من هذه الغازات الى الغلاف الجوي يؤدي الى تكسير جزيئات الأوزون في طبقة الستراتوسفير الجوية مما يؤدي الى إضمحلال هذه الطبقة وتكوين ثقباً كبيراً في هذه الطبقة يسمى ثقب الاوزون ياخذ بالتوسع وخصوصاً عند القطبين الشمالي والجنوبي للكرة الارضية. وتعد غازات فلوروكلوروكربون من الغازات الحاملة عندما توجد بالقرب من سطح الأرض وعندما تصل الى طبقة الستراتوسفير، تتمكن الاشعة فوق البنفسجية من تفكيكها مما يؤدي الى إنطلاق ايونات الفلور والكلور التي تهاجم جزيئات الأوزون وتخطمها (الحناوي، 2004). في عام 1985 تم إكتشاف ثقب الأوزون لأول مرة فوق القطبين الشمالي والجنوبي لذلك صادقت مجموعة من

البلدان على إتفاقية مونتريال البيئية يوم السادس عشر من سبتمبر من عام 1987 والتي نصت على ضرورة تقليل إنتاج هذه الغازات (إسماعيل، 2006). وفي التاسع والعشرين من شهر مايو 1990 تمت المصادقة على المعاهدة الدولية لمنع إنتاج هذه الغازات إعتباراً من العام 2000 في المؤتمر العالمي لحماية طبقة الأوزون المنعقد في مدينة لندن. وإتفقت الدول في هذه المعاهدة على تقليل إنتاج هذه الغازات بنسبة 50 % حتى عام 1995 وبنسبة 85 % حتى عام 1997 (Wikipedia, 2009).



## **الفصل الثاني**

### **الإحتزار الكوني والكوارث**





## المبحث الاول

### كيف تحدث الكوارث

الكوارث هي أخطار كبيرة، غالباً ما تكون مفاجئة تصيب الإنسان والبيئة المحيطة به وتؤدي الى خسائر بشرية وبيئية ومادية فادحة ويدوم تاثيرها لفترة طويلة من الزمن. وتقسم الكوارث البيئية حسب نوعية المسبب للكارثة البيئية الى نوعين هما (الحناوي، 2004):

#### 1. كوارث بيئية طبيعية

الكوارث البيئية الطبيعية هي كوارث تؤدي الى حدوث دمار كبير في البيئة عرفها الإنسان منذ قديم الزمان وتلعب الطبيعة الدور الأساسي في حصولها مثل الهزات الأرضية والزلازل والبراكين والتسونامي والفيضانات والجفاف والتصحر والإنزلاقات الأرضية وحرائق الغابات (الحناوي، 2004).

#### 2. كوارث بيئية تكنولوجية

الكوارث البيئية التكنولوجية هي كوارث تؤدي الى حدوث دمار كبير في البيئة حديثة العهد على الإنسان ويلعب الإنسان الدور الأساسي في حصولها من خلال نشاطاته مثل الحوادث النووية في تشيرنوبيل، اوكرانيا عام 1986 او قصف مدينتي هيروشيما وناغازاكي في اليابان في عام 1945 اثناء الحرب العالمية الثانية من قبل الولايات المتحدة الأمريكية. من الكوارث التكنولوجية غرق ناقلات النفط العملاقة كما حصل للناقلة اكسون فالديز Exxon عام 1989 عندما تسرب اكثر من 40 الف طن من النفط الذي ادى الى تلويث السواحل البحرية بطول الفين كيلو متر. كذلك حوادث المصانع الكيميائية مثل حادثة مصنع الكيماويات في مدينة سيفيزو Seveso في إيطاليا عام 1976 عندما تسرب وانتشر كيلوغرامين من مادة الداايوكسين Dioxin الخطرة وقطع أشجار الغابات في غابات الأمازون وتجفيف البحيرات كما حصل في بحيرة الأورال في روسيا أو تجفيف أهوار جنوب العراق وما سببه من اثار سلبية خطيرة على السكان والبيئة الطبيعية التي يعيشون فيها (Planet-wissen.de , 2009).

تجدر الإشارة الى أن الإنسان ومن خلال نشاطاته المختلفة وسوء إدارته للبيئة التي يعيش فيها يؤثر في حدوث بعضاً من هذه الكوارث البيئية الطبيعية. فعلى سبيل المثال يتسبب الإنسان وفي كثير من الأحيان بشكل مباشر في إندلاع حرائق الغابات كما هو حاصل في غابات الأمازون في جنوب القارة الأمريكية او في حرائق الغابات التي حصلت في أستراليا في شباط 2009 حيث لعب الإنسان دوراً سيئاً للغاية في حدوث هذه الكوارث البيئية والتي تعد من أهم المشاكل البيئية التي تواجه الإنسان حالياً (Riedler, 2009).

تلعب ظاهرة الإحتباس الحراري وما تسببه من تغير مناخي ملحوظ في الكثير من مناطق العالم دوراً مهماً وخطيراً في تفاقم شدة وعدد الكوارث البيئية الطبيعية وبشكل خاص الأعاصير والفيضانات والجفاف والتصحر. حذر التقرير الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والذي أعدته الوكالة الأوروبية للبيئة والمكتب الأوروبي لمنظمة الصحة العالمية ومركز الأبحاث المشتركة في المفوضية الأوروبية من ان تغير أنماط المناخ يؤدي الى مضاعفة الإختلال بين شمال الكرة الأرضية المشبع بالمياه بنسبة ارتفعت ما بين 10-40٪ في القرن العشرين وجنوب الكرة الأرضية اذ يتفاقم جفافه حيث الأمطار اقل بنسبة 20٪ على الأقل في بعض المناطق من العالم. يبين هذا إن عدد وشدة الأعاصير والفيضانات في النصف الشمالي من الكرة الأرضية في تزايد مستمر وبالمقابل فان ظاهرة الجفاف والتصحر في النصف الجنوبي من كوكب الارض باتت ظاهرة طبيعية تهدد الكثير من البلدان وخصوصاً شبه القارة الهندية والمنطقة العربية والساحل الشرقي لأفريقيا (الحناوي، 2004).

## كيف تحصل الكوارث البيئية الطبيعية؟

### الأعاصير والعواصف المدارية :

الأعاصير هي عواصف هوائية دوارة حلزونية عنيفة وتشكل من مجموعة من العواصف الرعدية وتمثل أكبر أنواع العواصف المدارية والإستوائية وتسمى العاصفة إعصاراً عندما تزيد سرعة الرياح عن 119 كم بالساعة (الخلاوي، 2004). يسمى الإعصار في المحيط الاطلسي ومنطقة الكاريبي بالهريكان (Hurrican) بينما يسمى نفس الإعصار في المحيط الهندي وجنوب شرق آسيا بالتايفون (Typhoon) (الخلاوي، 2004). يتكون الإعصار عندما تسخن المياه السطحية للمحيطات الإستوائية بالقرب من خط الإستواء بين خطي عرض 5 شمال خط الاستواء وخط عرض 20 جنوباً في فصلي الربيع والصيف. يزداد تبخر المياه وترتفع درجة حرارة الهواء القريب من سطح الماء ويقل الضغط على الهواء القريب من سطح الماء نتيجة تمدد الجزيئات وزيادة الفراغات بينها بفعل إرتفاع درجة الحرارة. يندفع الهواء الساخن الى الاعلى في حركة حلزونية بينما يندفع الهواء البارد ذي الضغط العالي من أعلى الى أسفل. تتحرك الرياح الى منطقة الضغط الجوي المنخفضة ذات الحرارة المرتفعة في مركز الإعصار من مناطق الضغط المرتفع وتتكون حركة دائرية حلزونية للهواء تسحب بخار الماء الى أعلى حيث يتكثف ويتساقط على شكل أمطار أو ثلوج. تبدأ الكتل الهوائية ذات العواصف الرعدية والبرقية في الدوران والحركة فتتكون عاصفة هوائية شديدة السرعة تعرف بالعاصفة الإستوائية أو المدارية. عند وصول سرعة الهواء في العاصفة المدارية الى أكثر من 119 كم/الساعة تتحول العاصفة المدارية الى إعصار مداري.

يتحرك الإعصار فوق مياه المحيطات ويؤدي الى تكوين الأمواج العالية التي قد يصل ارتفاعها الى عدة أمتار والتي تضرب السواحل وتؤدي في كثير من الاحيان الى إغراق السفن والسواحل. عند وصول الإعصار الى اليابسة يقوم بإقتلاع الأشجار وتهديم البيوت وإقتلاعها بسبب الضغط الجوي المنخفض وسط الإعصار. تعتمد القوة التدميرية للإعصار أو التورنادو على سرعة الرياح ومقدار الضغط الجوي المتكون في منطقة قمع التورنادو أو مركز العاصفة وكلما إزدادت سرعة الرياح

إزدادت بالمقابل القوة التدميرية للإعصار. كلما قل الضغط الجوي في مركز الإعصار أو التورنادو كلما زادت سرعة الرياح الداخلة الى قمع الإعصار لمعادلة التخلخل في الضغط الجوي في مركز الإعصار مما يؤدي الى تخطيط المباني وإقتلاع الأشجار. يصاحب الإعاصير عادةً أمطاراً شديدة تسبب في حدوث فيضانات مدمرة وتؤدي الى إغراق السواحل والمناطق التي يمر بها الأعصار بالفيضانات وتسبب في موت الالاف من البشر ونفوق مئات الالاف من الأغنام والحيوانات البرية، فضلاً عن الخسائر الكبيرة التي تصيب المحاصيل الزراعية. كما تؤدي العواصف والأعاصير الى تدمير البنى التحتية مثل المدارس وأعمدة الكهرباء ذات الضغط العالي والطرق والمستشفيات والمصانع والبيوت وتؤدي ايضاً الى تشريد السكان وإنتشار الأمراض الوبائية التي تحصد أرواح الالاف من السكان وخصوصاً الأطفال والمسنين في المناطق المنكوبة (سفاريني، 2002). من نتائج الأعاصير التي تصيب بعض البلدان مثل بنغلاديش والهند إستفحال الفقر بين السكان وإعاقة خطط التنمية المستدامة في هذه البلدان. ويعد الإعصار المدمر الذي ضرب بنغلاديش عام 1970 من أسوأ الأعاصير اذ ترك وراءه أكثر من 300 ألف قتيلاً ناهيك عن الخسائر المادية والدمار الذي أحدثه بالبيئة الطبيعية برمتها بموت ملايين الأشجار وغرق عشرات الالاف من المزارع وتهديم البيوت والمدارس والمستشفيات وتخريب طرق المواصلات.... الخ (سفاريني، 2002).

### الجفاف والتصحر

الجفاف والتصحر من الكوارث الطبيعية التي تحصل نتيجة نقص المياه وبشكل خاص قلة أو إنعدام سقوط الأمطار وتؤدي الى موت المزروعات والمحاصيل والأشجار المعمرة وتؤثر سلباً في الإنسان والحياة البرية والطبيعة في المناطق المنكوبة. من أهم الأسباب التي تؤدي الى حدوث الجفاف ندرة الأمطار وإرتفاع درجة الحرارة وزيادة نسبة التبخر المائي الناتج عنها. عادةً ما يسبب الجفاف موت الأغنام والماشية وإصابة المناطق المنكوبة بالجماعات. كما إن إصابة منطقة معينة بالجفاف يجبر ساكنيها ومستوطنيها على الرحيل والهجرة وترك أوطانهم وأماكن سكنهم وحقولهم الزراعية



إلى مناطق أخرى مما يفاقم مشكلة الفقر في المناطق المنكوبة. إن نقص الأمطار والمياه يجعل النباتات لا تحصل على كفايتها من المياه مما يؤدي إلى موت الأشجار والمحاصيل الحقلية. ويؤدي عدم سقوط الأمطار في بعض المناطق إلى الجفاف فتزداد بها الملوحة وتقل خصوبتها وتتأثر المياه الجوفية وتقل مخزوناتها من المياه العذبة نتيجة إنعدام سقوط الأمطار لفترات طويلة (Germanwatch.org, 2009).

كثيراً ما يصاحب الجفاف التصحر إذا استمر لسنوات عديدة، إذ تتحول الأراضي الزراعية الخصبة المثمرة إلى أراضي صحراوية قاحلة بسبب زحف الرمال إليها (زحف الصحراء). ومن أهم المناطق التي تعاني من الجفاف والتصحر وخصوصاً في العقود الأخيرة منطقتي الساحل الشرقي لأفريقيا والمنطقة العربية (العراق وسوريا وبلدان الخليج العربي).

### حرائق الغابات

من الظواهر الطبيعية التي عرفها الإنسان منذ العصور القديمة هي حرائق الغابات. وكثيراً ما أدت هذه الحرائق إلى موت سكان القبائل التي تعيش في الغابات والأحراش وقضت على مصادر عيشهم. لازالت حرائق الغابات تشكل مصدر خطر للإنسان والبيئة التي يعيش بها كما وتلعب هذه الظاهرة دوراً كبيراً في تفاقم مشكلة التغير المناخي وذلك بسبب الكميات الهائلة من الغازات التي تطلقها هذه الحرائق وبشكل خاص غازات الاحتباس الحراري وعلى رأسها غاز ثنائي أوكسيد الكربون. لا يشب الحريق في الغابات إلا بتوفر ثلاث عوامل أساسية (الحناوي، 2004):

1. المادة القابلة للاشتعال مثل اوراق الأشجار والأغصان الصغيرة اليابسة المتساقطة على الأرض وهي مواد هايدروكربونية يدخل الكربون في تركيبها الكيميائي.
2. درجة الحرارة المرتفعة وخصوصاً في فصل الصيف.
3. غاز الأوكسجين (ألهواء) الذي يدخل في التفاعل الكيميائي (عملية الحرق).

أما أسباب نشوب حرائق الغابات فتقسم إلى قسمين:

1. عوامل وأسباب طبيعية مثل الصواعق والبراكين والنيازك وإرتفاع درجة الحرارة في موسم الصيف وجفاف الغابات بفعل قلة أو ندرة التساقط.

2. عوامل وأسباب بشرية مثل حرق الغابات وتحويلها الى مراعي أو أراضي زراعية حقلية وحرق المزارع من قبل الفلاحين بعد موسم الحصاد من أجل تحضيرها للموسم الزراعي التالي ورمي أعقاب السكائر المشتعلة من قبل المارة وعدم إطفاء النيران بشكل كامل بعد الانتهاء من اعمال الطبخ في الغابات وكذلك النيران التي تخرج من عوادم الآليات ووسائل النقل وغيرها من الأسباب.

تلعب ظاهرة الإحتباس الحراري دوراً خطيراً في ازدياد أعداد حرائق الغابات وذلك بفعل الزيادة الحاصلة في معدلات درجة الحرارة والتي تؤدي الى زيادة تبخر المياه من المادة العضوية مما يسهل في إشتعالها. كما وإن الجفاف (أحد نواتج الإحترار الكوني) وعدم نزول الأمطار في بعض المواسم يجعل هذه الغابات معرضة وبشكل أكبر الى الإحتراق كما حصل في كل من اليونان وتركيا والبرتغال والولايات المتحدة الأمريكية وإيطاليا في السنوات القليلة السابقة.

## المبحث الثاني

### الكوارث خلال العقود الأخيرة

عانى الإنسان كثيراً في العقود القريبة الماضية من الكوارث الطبيعية والبيئية والتي تتمثل في الهزات الأرضية والبراكين والفيضانات والأعاصير وحرائق الغابات والجفاف وموجات الحر والبرد الشديد التي اجتاحت الكثير من البلدان وأدت الى حدوث خسائر بشرية وبيئية واقتصادية كبيرة قدرت بحوالي 1700 مليار دولار أمريكي (Höppe, 2006).

أكد Töppe (2006) من مؤسسة إعادة التأمين في ميونخ إن السنوات الأخيرة شهدت تزايداً ملحوظاً في شدة وعدد الكوارث الطبيعية التي ضربت الكثير من البلدان وارتفعت الخسائر المادية التي نجمت عن هذه الكوارث بشكل كبير. ويسوق معد التقرير الكارثة البيئية والمتمثلة في الفيضانات التي ضربت منطقة دريزدن Dresden في ألمانيا في حزيران العام 2002 مثلاً على حجم الخسائر المادية والاقتصادية التي أصابت السكان والتي تقدر بحوالي ستة عشر مليار يورو. من جانب آخر يشير التقرير السابق الى إن موجات الحر الشديدة التي اجتاحت أوروبا في حزيران عام 2003 والتي إرتفعت فيها درجة الحرارة عن معدلاتها المعروفة في أوروبا قليلاً قد أدت الى وفاة أكثر من 35 ألف مواطن أغلبهم من كبار السن والأطفال وكان نصيب فرنسا وحدها من هذه الكارثة حوالي 15 ألف حالة وفاة. ان المعلومات الإحصائية الموثقة لدى المنظمة العالمية للإرصاد الجوي تؤكد على ان السنوات 1987 و 1995 و 1997 و 1998 و 2001-2005 هي السنوات الأكثر حرارة منذ بداية تسجيل المعلومات الإحصائية عالمياً في عام 1861. تشير هذه المعلومات خلال العشرين سنة الاخيرة الى ان ظاهرة الاحترار الكوني هي حقيقة واقعة وان إيقافها بات من الأمور الصعبة على المجتمع الدولي لذلك بدأ المهتمون بهذه الظاهرة بالعمل ليس فقط على إيقافها وانما على إيجاد حلول مناسبة للتقليل من أثارها المدمرة (WMO, 2009).

من جانب آخر فان العام 2004 شهد وقوع أربع أعاصير مدمرة في منطقة الكاريبي و فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها كانت مجموع الخسائر المادية

الناجمة عنها 62 مليار دولار أمريكي. أما العام 2005 فقد كان عاماً مميزاً في عدد وشدة الأعاصير والفيضانات التي حصلت فيه. فقد كانت الفيضانات التي اجتاحت الهند في منطقة مومباي Mumbai في السادس والعشرين من يوليو 2005 هي الأشد منذ بداية تسجيل الارصاد الجوي عام 1861 اذ بلغت كمية الأمطار الساقطة على المتر المربع الواحد يومياً 944 ملليمتر بينما بلغت الخسائر البشرية وفاة 1150 شخص في حين بلغت الخسائر الاقتصادية 5 مليارات دولار أمريكي. أما الأعصار كاترينا الذي ضرب الولايات المتحدة الأمريكية في الثامن والعشرين من اوغسطس عام 2005 وكانت سرعة الرياح فيه تبلغ 280 كم بالساعة أدى الى وفاة 1833 شخص وبلغت الخسائر الاقتصادية حوالي 125 مليار دولار أمريكي. ويعد إعصار كاترينا سادس أقوى إعصار سجل لحد الان منذ عام 1850. في حين يعد الإعصار فيلما Wilma والذي ضرب كل من كوبا وجزر البهاما وجامايكا وهندوراس ونيكوراغوا في الخامس والعشرين من أكتوبر عام 2005 هو اشد إعصار مسجل لحد الان حيث بلغت سرعة الرياح فيه 295 كم/الساعة وكان الضغط الجوي المنخفض جداً في مركز الإعصار والبالغ 882 ملم زئبق وسرعة الرياح العالية هما السبب الأساسيان في حجم الدمار الشامل الذي سببه هذا الإعصار في المناطق التي مر بها حيث بلغت الخسائر المادية عن هذا الإعصار حوالي ثلاثين مليار دولار أمريكي. هذا وقد شهد نفس العام هبوب 15 اعصاراً مدمراً من الدرجة الخامسة على مقياس فوجيتو Fujito intensity saale وهو أعلى رقم مسجل من حيث عدد الأعاصير المدمرة في عام واحد اعتباراً من العام 1850 ولحد الان. في حين سجل العام 1969 ثاني أعلى معدل للأعاصير المدمرة حيث بلغ عددها اثنا عشر إعصاراً. من جانب اخر بلغ عدد العواصف المدارية التي وقعت في العام 2005 سبعة وعشرين عاصفة مدارية وهو أعلى معدل سجل لحد الان منذ العام 1850. بينما سجل العام 1933 ثاني أعلى معدل للعواصف المدارية حيث بلغت واحد وعشرين عاصفة مدارية (Höppe, 2006).

أشار Höppe (2006) الى وجود علاقة طردية بين إرتفاع درجات الحرارة في كوكب الارض من جهة وزيادة عدد وشدة الكوارث الطبيعية البيئية والمتمثلة

بالاعاصير والعواصف الاستوائية. اذ ان السنوات العشرين الاخيرة شهدت اعلى معدلاً مسجلاً لارتفاعات درجة حرارة سطح الارض وغلافها الغازي يقابلها ارتفاع ملحوظ في عدد وشدة الاعاصير المدمرة والعواصف المدارية التي ضربت كوكبنا خلال نفس الفترة مما يثبت ان ظاهرة الإحتباس الحراري وما نتج عنها من تغير مناخي في مناخ كوكب الارض هي المسؤلة عن حدوث هذه الظواهر الطبيعية المدمرة.

أدت الكوارث الطبيعية والبيئية التي حصلت في العالم خلال الفترة 1950-2005 الى موت 1.75 مليون شخص وبلغت الخسائر المادية الناتجة عنها 1700 مليار دولار أمريكي (Höppe, 2006). من مجموع عدد ضحايا الكوارث الطبيعية والبيئية والبالغ عددهم 1.75 مليار شخص، توفي 55٪ منهم بسبب البراكين والهزات الارضية والتسونامي و36٪ نتيجة للاعاصير والعواصف المدارية وما يرافقها من فيضانات و7٪ نتيجة للفيضانات الناتجة عن الأمطار الغزيرة و2٪ نتيجة للارتفاع او الانخفاض الشديد في درجات الحرارة (موجات الحر او البرد الشديدة).

### كوارث بيئية هزت العالم

حصلت في العالم خلال السنوات القليلة المنصرمة الكثير من الكوارث البيئية ذات التداعيات الخطيرة ومنها:

- الفيضان الذي ضرب الصين في تموز- آب من عام 1931 هو أسوأ كارثة بيئية مرت بها الصين في العصر الحديث حيث ادى إرتفاع منسوب المياه في نهر يانغستي نتيجة الأمطار الشديدة الى موت اكثر من 3.7 مليون شخص بسبب الغرق والمجاعة وتفشي الأمراض ناهيك عن الخسائر المادية الكبيرة التي صاحبت الفيضان والمعانات الإنسانية التي تمخضت عنه (katastrophen.anabell, 2008).

- الإعصار الذي ضرب بنغلاديش عام 1970 والفيضانات التي رافقته والتي أدت الى وفاة ثلاثمائة الف مواطن هي كارثة بيئية جعلت العلماء والمهتمين بالبيئة ينتبهون للخطر الجديد الذي يمكن ان يحصد أرواح الالاف من البشر خلال ساعات معدودة. ناهيك عن نفوق الملايين من الحيوانات وموت



واقْتلاع الملايين من الأشجار وتفشي الأوبئة والأمراض مثل الكوليرا والإسهال بين الناجين من هذه الكوارث. إن متابعة الكوارث البيئية خلال العشر سنوات الأخيرة قد بينت للعلماء والمهتمين بأن المستقبل سيكون أشد قساوة من الماضي وذلك لأن الكوارث الطبيعية باتت من أهم الأخطار التي تواجه الحياة على سطح الكرة الأرضية. يلاحظ هنا أن خليج البنغال والأراضي المطلة عليه يعد من المناطق التي كثيراً ما يقع بها أعاصير مدمرة وذلك لأن الأرض هناك لا ترتفع كثيراً عن مستوى سطح البحر وخصوصاً في بنغلاديش مما يجعل الأمواج البحرية العاتية والناجمة عن الأعاصير تنتقل بسهولة إلى اليابسة والشواطئ مما يؤدي إلى زيادة في الدمار الناتج عن الكارثة البيئية (FAO, 2007).

■ الإعصار المدمر الذي ضرب بنغلاديش في الأول من مايو عام 1991 وادى إلى مقتل أكثر من نصف مليون شخص. إذ اجتاحت أمواج البحر خليج البنغال بارتفاع وصل إلى عشرين متراً مما أدى إلى إلحاق أضراراً كبيرة بالمنازل والمدارس والمستشفيات وادى إلى أضرار فادحة بالمحاصيل الزراعية وموت أعداد هائلة من المواشي (FAO, 2007).

■ إيتلت ولاية كوجارات Gujarat في غرب الهند بأعصار مدمر في التاسع من يونيو عام 1998 أدى إلى تهديم الآلاف من البنايات وإقتلاع الآلاف من الأشجار وتكسير أعمدة الكهرباء وادى إلى مقتل أكثر من 3 آلاف شخص إضافةً لتشريد أكثر من مائة ألف شخص من منازلهم (Wikipedia, 2008).

■ في السابع والعشرين من أكتوبر عام 1998 ضرب إعصار يدعى خوليا Cholia دام عدة أيام أجزاء من ألمانيا وتسبب بفيضانات شديدة أدت إلى غرق عدد كبير من المدن وإنقطاع التيار الكهربائي عنها وإقتلاع الآلاف من الأشجار المعمرة وتخریب الطرق وتهديم الجسور والسدود المائية وموت ستة أشخاص نتيجة ارتفاع منسوب مياه الأنهر (Wikipedia, 2008).

- في ليلة الرابع من ديسمبر عام 1999 ضرب إعصار أناتول Anatol كل من انكلترا وهولندا والمانيا مروراً بالدمارك الى دول البلطيق وأدى الى دمار كبير بالمناطق التي مر بها تمثلت بتهديم البيوت والعمارات وإنقطاع التيار الكهربائي عن المدن وإقتلاع مئات الالاف من الأشجار وتشريد آلاف السكان من منازلهم وموت عشرة اشخاص (Wikipedia, 2009).
- من أسوء الكوارث التي مرت بالمانيا تلك التي حصلت في الرابع عشر من آب عام 2002 عندما أدت الأمطار الشديدة التي بلغت شدتها 312 لتر/ مترمربع/يوم الى فيضانات مدمرة في شرق المانيا وخصوصاً في حوض نهر الالبا حيث غرقت مدن كبيرة مثل لايبزج ودريسدن اضافةً لعدد كبير من القرى والمدن الصغيرة. وقد أدت هذه الفيضانات بسبب استمرار هطول الأمطار الى تكسر السدود التي تحمي المدن من الفيضانات إضافةً للسدود التي تحجز مياه البحيرات مما أدى الى إندفاع الماء وبقوة الى المدن والقرى والذي أدى الى غرق المدن وتكسير الشوارع والجسور بحيث بات من الصعب على فرق الإنقاذ الوصول الى المنكوبين (Becker, 2003).
- إعصار كاتارينا ضرب خليج المكسيك وجزر الكاريبي وامتد تأثيره الى فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية في السابع والعشرين من مارس عام 2004 وأدى الى موت 1322 شخص فقط في مدينة نيو أورليانز والى نزوح مئات الالاف عن منازلهم وكانت الخسائر المادية قد قدرت بحوالي 125 مليار دولار أمريكي.
- الإعصار الذي ضرب منطقة مومباي في الهند عام 2005 أدى الى فيضانات كبيرة والى موت أكثر من ألف شخص وتدمير للبنية التحتية للمناطق الأمر الذي أدى الى زيادة إفقار سكان المنطقة وادى ايضاً الى إنتشار الأوبئة والأمراض بينهم بسبب نقص العناية الطبية (Wikipedia, 2008).
- إعصار ايفان ضرب منطقة الكاريبي التي تشتهر بالأعاصير في ايلول/ 2005، ومن المناطق التي وصلها الإعصار جرينادا وجامايكا وفلوريدا حيث سبب

- دمار بنسبة 90% في المنازل وكانت سرعة الرياح 330 كم/ ساعة وأدى الى خسائر مادية قدرت بحوالي 12 مليار دولار أمريكي (Wikipedia, 2008).
- الجفاف الذي اصاب منطقة الأمازون في اميركا الجنوبية عام 2005 أدى الى موت الاحياء المائية من أسماك وبرمائيات وطيور ومئات الالاف من الأشجار المعمرة بسبب إنحسار المياه في حوض نهر الامازون وادى أيضاً الى هجرة سكان المنطقة من قراهم بسبب عدم توفر الماء والغذاء ( Bund Klimaschutz, 2007).
- الفيضانات والأمطار الشديدة في اثيوبيا عام 2006 أدت الى غرق مناطق شاسعة وموت ألف شخص وتشريد مليون وثمانمائة الف مواطن عن مدنهم وقراهم مما أدى الى زيادة في معانات السكان بسبب الفقر والمجاعة وتفشي الأمراض والأوبئة (الحنوي، 2004).
- أصيبت المكسيك في الثالث من نوفمبر عام 2007 بكارثة مدمرة نتيجة العواصف الممطرة التي ادت الى هطول أمطار غزيرة تسببت في تشريد حوالي مليون شخص من مدنهم وقراهم وتسببت بخسائر مادية تقدر بالمليارات من الدولارات الأمريكية (Wikipedia, 2008).
- تسببت الحرائق التي نشبت في اليونان واميركا وايطاليا والبرتغال ولبنان وتركيا واستراليا واسبانيا في العامين 2007-2008 في موت ملايين من الأشجار في الغابات وتسببت ايضاً بتشريد الالاف من البشر بسبب حرق بيوتهم ومزارعهم وموت اغنامهم والى تلوث كبير للهواء والمياه وخسائر كبيرة بالحياة البرية (Riedler, 2009).
- الإعصار الذي ضرب خليج البنغال في السادس عشر من تشرين الثاني 2007 وادى الى دمار كبير في البيئة تمثل في تخریب شامل للمنازل والمؤسسات الإنتاجية والمزارع وإقتلاع مئات الالاف من الأشجار كما انه خلف اكثر من 4500 قتيل واكثر من 3000 مفقود من سكان المنطقة وتهجير وتشريد مئات

الآلاف من السكان وتسبب في نفوق الآلاف من الحيوانات والمواشي (Wikipedia, 2008).

وأخيراً الفيضانات التي اجتاحت شمال القارة الأسترالية في السادس من شباط عام 2009 والتي أدت إلى غرق عدد كبير من المدن والقرى والحقت أفدح الخسائر في البيئة، فضلاً عن الخسائر المادية التي تقدر بمليارات الدولارات الأمريكية. وقد ترافقت هذه الفيضانات التي سببتها الأمطار الغزيرة في شمال القارة الأسترالية مع نشوب حرائق للغابات والأحراش في جنوب القارة الأسترالية وتحديداً في مقاطعة فكتوريا حيث أدت الحرائق التي نشبت بسبب الارتفاع الكبير في درجة الحرارة والذي وصل لأكثر من 46 درجة مئوية إلى موت أكثر من 300 مواطن وإصابة الآلاف من السكان بحروق وإصابات مختلفة. تشير وسائل الإعلام إلى أن حرائق الغابات الأخيرة في أستراليا هي الأشد من نوعها على الإطلاق وقد فاقت في شدتها حرائق الغابات التي حصلت عام 1983. وتشير التقديرات الأولية إلى أن مساحة الأراضي والغابات المحترقة بلغت أكثر من 2000 كيلو متر مربع من الأراضي المزروعة (Katastrophen.anabell.de, 2009).

### المبحث الثالث

#### الكوارث الطبيعية ( الفيضانات ) في الأزمنة البعيدة

وردت الكوارث الطبيعية وبشكل خاص الفيضانات المدمرة في الكثير من الأساطير والقصص التاريخية للكثير من الشعوب بل ان اسطورة الطوفان (قصة سيدنا نوح والفيضان العظيم) موجودة في جميع كتب الديانات السماوية مثل التورات والإنجيل والقران وإن هذه القصة متداولة لدى جميع شعوب العالم. ان ورود هذه القصص والاساطير لاياتي من فراغ بل هو تجسيد حي لاحداث تاريخية مرت بها الكثير من الشعوب. وتشير الأسطورة المذكورة أعلاه الى انها حدثت في بلاد ما بين النهرين وفي المنطقة الواقعة بين تركيا وسوريا والعراق وفي جبل يدعى جودي قرب الحدود الحالية بين البلدان الثلاثة. ولا عجب ان تسمى مدينة الجزيرة او الجزيرة في تركيا بالقرب من المنطقة المذكورة بجزيرة نوح نسبةً الى الأسطورة القديمة. ان هذه الأسطورة المذكورة في كتب كل الديانات السماوية لابد ان تكون قد نشأت نتيجة حدوث فيضان مدمر ضرب تلك البقعة من العالم جعل هذه القصة او الحدث البيئي الهام يتحول في معتقدات هذه الشعوب الى اسطورة. ذكرت هذه الاسطورة ايضاً في اللوح الطينية التي اكتشفت عن ملحمة جلجامش عام 1853 قبل الميلاد وهذه إشارة اخرى على صحة وقوع هذه الكارثة البيئية (Wikipedia, 2009). مرت قارة أفريقيا بعدد من التغيرات المناخية كانت اخرها الجفاف الذي ضرب الصحراء الأفريقية الكبرى وحوّلها من مناطق زراعية الى صحاري قاحلة، أثبتت الدراسات ان هذه المنطقة كانت من المناطق الزراعية المثمرة قبل حوالي 5500 سنة ( Claussen, 1999).

عرفت مناطق معينة من العالم مثل الصين والعراق ومصر والهند وبنغلاديش والمانيا بكثرة الفيضانات التي اصابتها عبر التاريخ لكن التوثيق الرسمي للبيانات لم يبدأ إلا في القرن التاسع عشر وابتداءً من عام 1800 ميلادية. جدول رقم 6 يبين بعضاً من الفيضانات التي حصلت في بعض الاماكن من العالم (katastrophen.anabell.de, 2008).



جدول 6. بعض الكوارث الطبيعية التي حدثت في الأزمنة البعيدة  
(katastrophen.anabell.de, 2008).

السنة	نوع الكارثة	المكان	القتلى	الخسائر
1164	إعصار وفيضان	المانيا-ساحل بحر الشمال	20 ألف	خسائر مادية كبيرة
1219	إعصار وفيضان	المانيا-ساحل بحر الشمال	36 ألف	خسائر مادية كبيرة
1287	إعصار وفيضان	هولندا	50 ألف	خسائر مادية كبيرة
1362	إعصار وفيضان	المانيا	100 ألف	خسائر مادية كبيرة
1566	إعصار وفيضان	السويد	6 آلاف	خسائر مادية كبيرة
1570	إعصار وفيضان	هولندا-الدنمارك	100 ألف	خسائر مادية كبيرة
1717	إعصار وفيضان	المانيا	11500	خسائر مادية كبيرة
1825	إعصار وفيضان	المانيا-الدنمارك	800	خسائر مادية كبيرة
1856	إعصار وفيضان	اميركا	400	خسائر مادية كبيرة
1882	إعصار وفيضان	الهند-بومباي	100 ألف	خسائر مادية كبيرة
1894	حريق غابات	اميركا	400	خسائر مادية كبيرة
1900	إعصار وفيضان	اميركا-جالفستون	8000	خسائر مادية كبيرة





## **الفصل الثالث**

### **المانيا وظاهرة الاحتباس الحراري**



## المبحث الأول

### التغيرات المناخية المرصودة في ألمانيا

تقع جمهورية ألمانيا الاتحادية (الفدرالية) في وسط أوروبا، يحدها من الشمال كلاً من الدنمارك وبحر الشمال وبحر البلطيق ومن الغرب هولندا ولوكسمبورغ وبلجيكا وفرنسا ومن الجنوب سويسرا والنمسا أما من الشرق فيحدها كلاً من جمهورية الجيك و بولندا. تبلغ مساحتها 357104 كيلو متر مربع ويبلغ عدد سكانها حوالي 82.2 مليون نسمة. تعد ألمانيا من الدول الصناعية العشر العظمى عالمياً وتشتهر بصناعة المكنات الثقيلة وصناعة العربات والصناعات الكيماوية. بلغ الدخل القومي الألماني عام 2008 ما يعادل 2529.78 مليار يورو مثل قطاع الصناعة والبناء ما نسبته 30.4٪ من مجموع الدخل القومي السنوي الألماني بينما مثل القطاع الزراعي 0.9٪ (Deutschland, 2009).

بلغ مجموع صادرات ألمانيا للعام 2008 ما قيمته 1190.99 مليار يورو فيما بلغت مجموع إستيراداتها لنفس العام 1033.14 مليار يورو. تمتلك جمهورية ألمانيا الاتحادية شبكة عظيمة من الطرق تصل طولها إلى 231359 كم تتضمن حوالي 12531 كم من الشوارع السريعة (الأوتوسترادات). لدى ألمانيا شبكة حديثة من خطوط السكك الحديدية تبلغ طولها حوالي 38206 كم ولديها أيضاً شبكة واسعة للنقل النهري والبحري. تمتلك ألمانيا تسعة عشر مطاراً دولياً تستقبل الطائرات من مختلف دول ومدن العالم إضافة لعدد كبير من المطارات الداخلية. تعكس شبكة المواصلات الألمانية الأهمية التي توليها الدولة لقطاع النقل والمواصلات بإعتبارهما عاملاً مهماً في تطوير الإنتاج الصناعي والزراعي. ينتج الفرد الألماني من خلال نشاطاته الحياتية المتعددة حوالي أحد عشر طن من غاز ثنائي أوكسيد الكربون ويرتفع بذلك كثيراً عن المعدل العالمي والذي لا يتجاوز 3.8 طن من هذا الغاز سنوياً (2009 Umwelt-news<sup>2</sup>). تعتبر ألمانيا وبسبب حجم إنتاجها الصناعي من أكثر الدول التي



تنتج غاز ثنائي أوكسيد الكربون وتأتي بالمرتبة الرابعة عالمياً في نسب انبعاثاتها من هذا الغاز بعد الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والصين (جدول 7).

جدول 7. نسب إطلاقات غاز ثنائي أوكسيد الكربون عالمياً ( World  
(Ressources Institute, 2005).

الدولة/ المجموعات الدولية	النسبة المئوية للإطلاقات
الولايات المتحدة الأمريكية	29.95
روسيا	8.53
الصين	7.57
ألمانيا	7.18
المملكة المتحدة	5.46
فرنسا	2.77
كندا	2.20
الهند	2.09
مجموعة الثمانية G8	61.98
الاتحاد الأوروبي	25.49
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	2.92
أميركا الجنوبية	2.28
بلدان أفريقيا ما تحت الصحراء	1.59
أميركا الوسطى و الكاريبيك	1.33
منطقة المحيطات	1.22

يظهر جدول 7 ان الدول الصناعية العظمى تصدر دول العالم في نسب انبعاثاتها الغازية تليها مباشرة الهند والتي تعتبر من الدول النامية. تصنف كل من الصين والهند ضمن الدول النامية التي تمتلك مستويات متقدمة تكنولوجياً وهما أكبر دولتين عالمياً في عدد السكان.

تستورد ألمانيا كميات كبيرة من الوقود الأحفوري تلبية لتزايد إحتياجاتها للطاقة وهي تنفق نسبة كبيرة من الدخل القومي في عملية توفير الطاقة، إزداد نسبة إنفاق ألمانيا على مصادر الطاقة من الوقود الأحفوري الى أكثر من الضعف بين السنوات 2002-2006 (جدول 8).

جدول 8. إستيراد ألمانيا من الوقود الأحفوري للسنوات 2002-2006  
(Politik und Unterricht, 2008).

السنة	الإستيراد (مليار يورو)	النسبة المئوية من الدخل القومي
2002	44.00	2.1
2003	47.90	2.2
2004	53.10	2.4
2005	73.30	3.3
2006	89.60	3.9

تأتي ألمانيا بالمرتبة الرابعة عالمياً في إطلاق غاز ثنائي أوكسيد الكربون بعد الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والصين رغم محدودية مساحتها الجغرافية وقلّة عدد سكانها مقارنة بالدول المذكورة أعلاه، وهذا يبين حجم القدرة الصناعية و الاقتصادية التي تشغلها ألمانيا على الصعيد الدولي. من جانب آخر تعتبر ألمانيا من الدول التي إستطاعت خلال العقدین الأخيرین من خفض انبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بشكل ملحوظ (جدول 9).

جدول 9. إنتاج ألمانيا لغاز ثنائي أوكسيد الكربون للأعوام 1990-2004  
(Iwr, 2009).

السنة	الإنتاج السنوي (مليون طن)
1990	1029
1991	990
1992	960
1993	848
1994	938
1995	933
1996	956
1997	934
1998	925
1999	895
2000	903
2001	917
2002	901
2003	910
2004	901

ينتج الفرد الألماني حوالي عشرة أطنان من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وهي نسبة لازالت عالية تسعى الدولة الألمانية على تخفيضها. بينما ينتج الفرد في بعض الدول مثل قطر والكويت في منطقة الخليج العربي كميات من غاز ثنائي أوكسيد الكربون تفوق كثيراً نسب الأفراد في الكثير من الدول الصناعية العظمى (جدول 10).

جدول 10. الإنتاج السنوي لغاز ثنائي أوكسيد الكربون للفرد في بعض البلدان (Politik und Unterricht, 2008).

الدولة	الإنتاج السنوي من غاز ثنائي أوكسيد الكربون (طن)
قطر	69.5
الكويت	34.2
الولايات المتحدة الأمريكية	28.0
أستراليا	20.5
بريطانيا	12.7
المانيا	10.0
فرنسا	6.8
الصين	3.5
البرازيل	1.7
بنغلاديش	0.27
أثيوبيا	0.11
تشاد	0.011
أفريقيا (المتوسط)	0.99

يبين الجدول السابق ان إنبعاثات الفرد الواحد من غازات الإحتباس الحراري في الدول الصناعية يفوق كثيراً مثيلاتها في الدول النامية باستثناء كل من الكويت وقطر التي ترتفع إنبعاثاتها الغازية عن معدلات الدول الصناعية العظمى.

## المناخ في ألمانيا

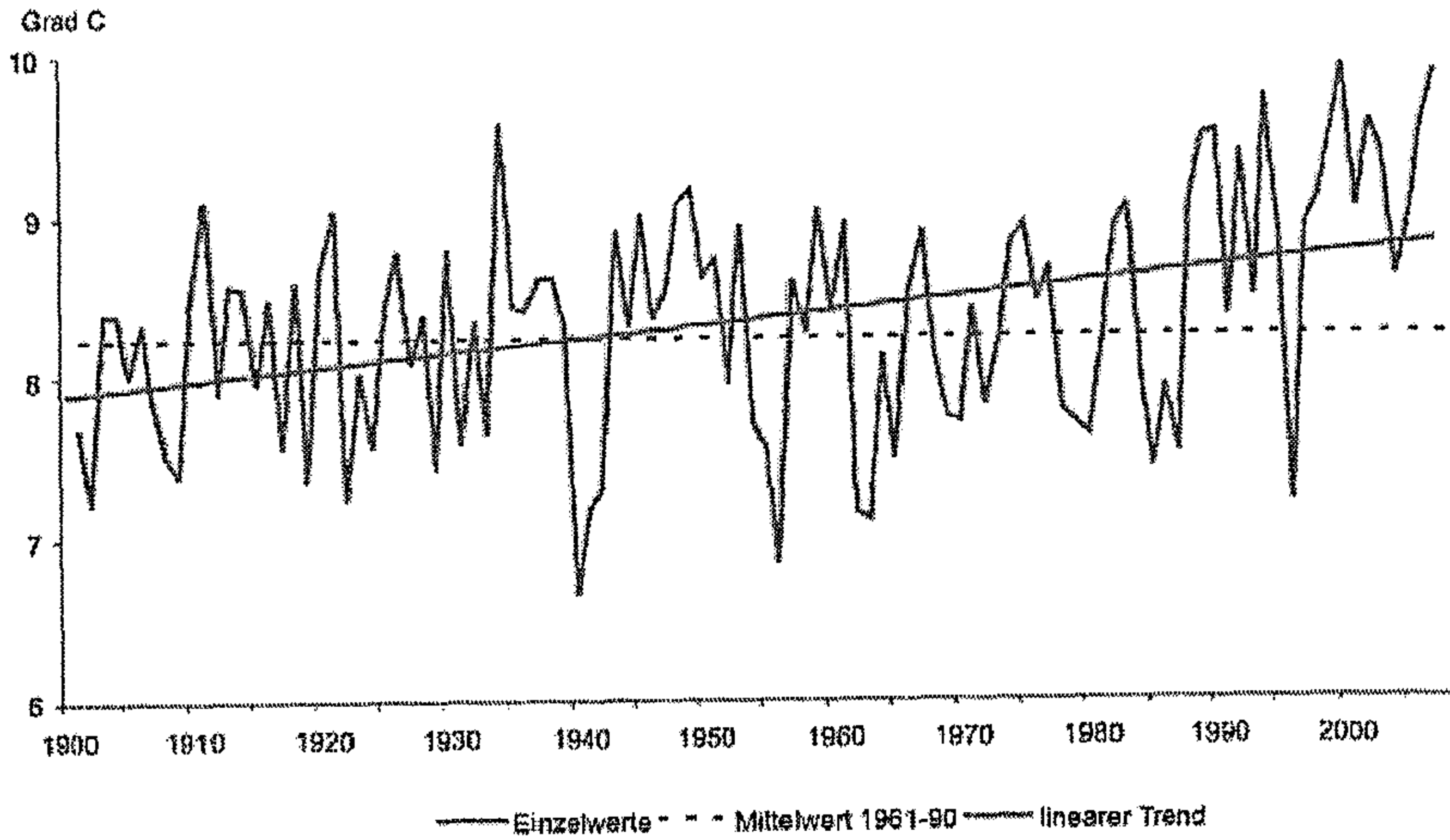
تتباين التضاريس الجغرافية في ألمانيا حيث يبلغ أعلى إرتفاع في جبال الألب الألمانية 2962 متر (Zugspitze) فوق مستوى سطح البحر وفيها موانئ مثل هامبورغ وبريمن لا ترتفع إلا بضع سنتيمترات عن مستوى سطح البحر. تبلغ مساحة أكبر بحيرة في ألمانيا وهي بحيرة بودن سي (Bodensee) 536 كم مربع (Deutschland, 2009).

يتأثر مناخ ألمانيا كثيراً بعاملين أساسيين هما المنخفض الجوي في المحيط الأطلنطي فوق جزيرة أيسلندة حيث يؤدي هذا المنخفض إلى هبوب الرياح الدافئة من المحيط الأطلسي عبر فرنسا وبلجيكا إلى وسط أوروبا مما يسبب إرتفاع درجة الحرارة في الصيف والشتاء في ألمانيا. أما المرتفع الجوي الذي يقع فوق كلاً من روسيا وجمهورية روسيا البيضاء فإنه يسبب هبوب الرياح الباردة من هذه المناطق إلى وسط أوروبا مما يجعل درجة الحرارة تنخفض عن معدلاتها المعهودة.

شهد القرن الماضي إرتفاعاً ملحوظاً في معدلات درجات الحرارة في ألمانيا بلغ حوالي درجة مئوية حيث ارتفعت معدلات درجة الحرارة السنوية من 7.8 في نهاية القرن قبل الماضي إلى حوالي 9 درجات مئوية في نهاية القرن الماضي (شكل 4). هذه الزيادة في درجة الحرارة جعلت معدلات درجات الحرارة في الشتاء الألماني تقفز فوق درجة الصفر المئوي بعد أن كانت تحت الصفر المئوي بنصف درجة مئوية الأمر الذي أدى إلى ذوبان الثلوج على قمم جبال الألب الألمانية كذلك أدى ذلك إلى عدم بقاء الثلج بعد نزوله في فصل الشتاء في الكثير من المناطق كما هو معروف في ألمانيا (DWD, 2008).



Jährliche mittlere Tagesmitteltemperatur in Deutschland 1901-2007



Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD), Mitteilung vom 22.09.2008

شكل 4. إرتفاع معدلات درجة الحرارة في ألمانيا بين الأعوام 1900-2007 (DWD, 2008).

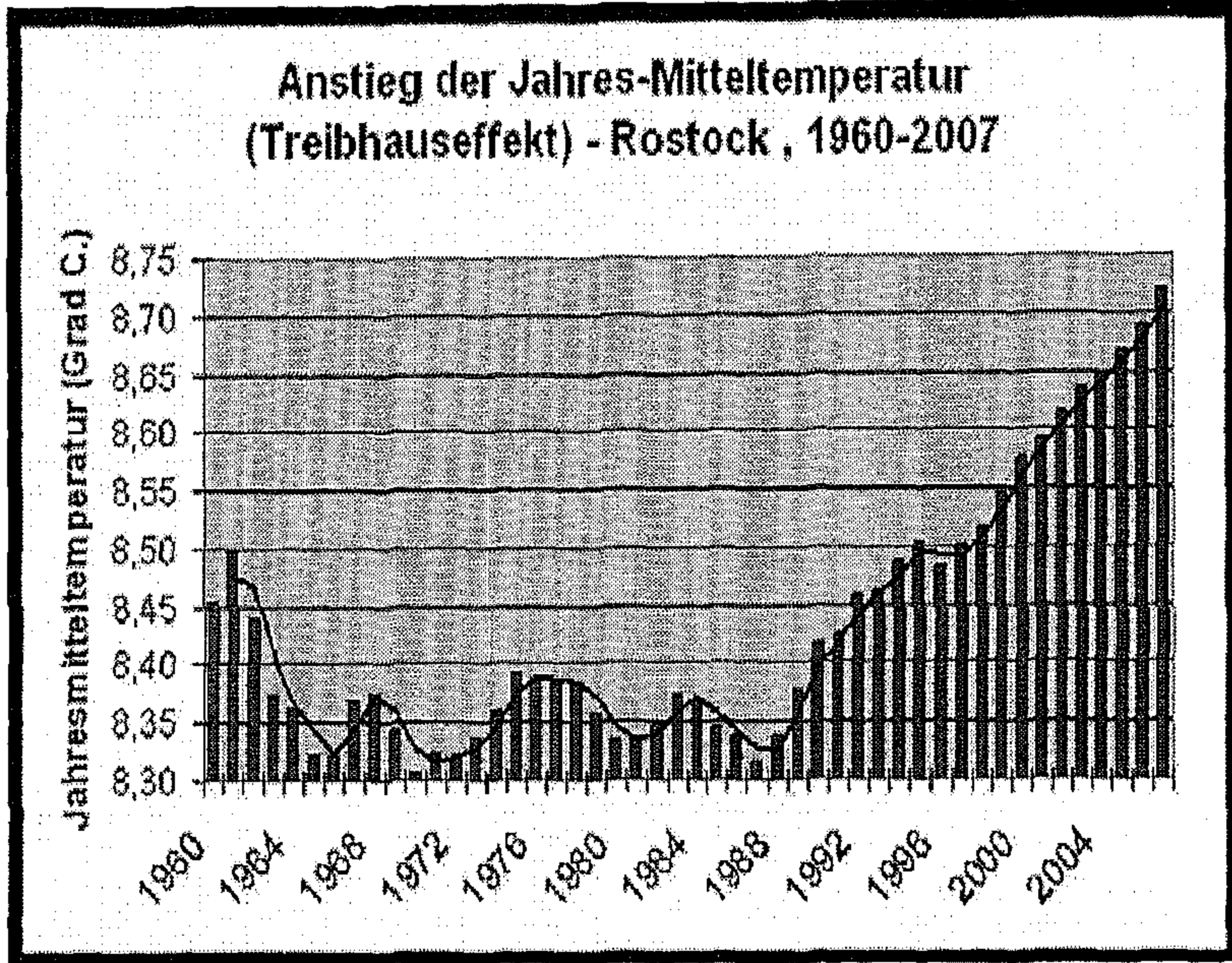
إقترب المناخ الشتوي في ألمانيا خلال الربع قرن الأخير (أعتباراً من عام 1988) من المناخ الخريفي حيث شهدت الأعوام الأخيرة بروز مواسم شتوية دافئة تمتاز بندرة كميات وعدد أيام تساقط الثلوج فيها، كما وإن معدلات درجة الحرارة في مواسم الشتاء خلال الربع قرن الأخير إرتفعت بمعدل 3-4 درجات مئوية عن مثيلاتها في الأعوام 1951-1980 (Beitzke.de, 2009).

أما معدلات درجة الحرارة في مواسم الخريف في القرن الماضي فقد إرتفعت بحدود 1.5 درجة مئوية عن معدلاتها المعروفة ولا يختلف الأمر كثيراً في إرتفاع معدلات درجات الحرارة في مواسم الصيف (Wikipedia, 2008). أكد شاب Schaab (2009) الخبير الإحصائي في دائرة الأحوال الجوية الألمانية إن شهر أبريل عام 2009 كان الأدفأ منذ عام 1890 م حيث بلغت معدلات درجة الحرارة في هذا الشهر 11.9 درجة مئوية بزيادة مقدارها 0.4 درجة عن شهر أبريل عام 2007.

والذي كان يعتبر الأدفأ في الأحصائيات السابقة. كما وشهدت الأجزاء الشمالية من ألمانيا خلال نفس الشهر أعلى معدل لشرق الشمس، حيث تضاعف عدد الساعات المشمسة عن المعدل المتعارف عليه في هذا الشهر (Bild Zeitung, 2009).

إن معدلات درجة الحرارة السنوية في مدينة برلين خلال الأعوام 1990-2000 م إرتفعت بمعدل 0.9 درجة مئوية عن معدلاتها المسجلة للأعوام 1909-1969 وهذا ما يؤكد حقيقة إنه هناك تغيراً ملحوظاً في معدلات درجات الحرارة المسجلة في المدن الألمانية (Schlaak, 2008).

إن أعلى تركيز لغاز ثنائي أوكسيد الكربون فوق أوروبا قد سجل من قبل جهاز قياس تركيزات الغازات والموجود في القمر الصناعي الأوربي إنفستا (Envista) والتابع للمركز الألماني للهواء والرحلات الفضائية (Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt) فوق المنطقة الواقعة ما بين مدينة أمستردام الهولندية ومدينة فرانكفورت الألمانية. وتعد المنطقة المذكورة من أكبر المراكز الصناعية في أوروبا وتمتاز بإرتفاع الكثافة السكانية فيها وبتشابك خطوط المواصلات بين مدنها المتقاربة. وقد نشرت نتائج القياسات الفضائية في مجلة حوارات في كيمياء وفيزياء الغلاف الجوي (Umwelt-news.de, 2009). شهدت بعض المناطق والمدن الألمانية ومنها مدينة روستوك إرتفاعاً ملحوظاً في معدلات درجات الحرارة خلال العقود الخمس الأخيرة ناتجة عن تأثيرات ظاهرة الإحتباس الحراري التي تعم العالم ولا تقتصر على منطقة معينة (شكل 5).



شكل 5 . إرتفاع درجات الحرارة (تأثيرات الإحتباس الحراري) خلال الأعوام 2007-1988 في مدينة روستوك الألمانية (Tiesel, 2008).

أثر إرتفاع درجة الحرارة في ألمانيا على البيئة الحياتية مما جعل أنواع من القوارض والقراديات والبعوض المحلي تتمكن من تقصير فترة سباتها الشتوي بسبب إرتفاع معدلات درجة الحرارة في مواسم الشتاء عن درجة الصفر المئوي. كما وأدى عدم حدوث إنجماد لفترات طويلة في موسم الشتاء إلى عدم موت أعداد كبيرة من هذه الأحياء مما أدى إلى تزايد أعدادها وإنتشارها الكبير في الكثير من المناطق والغابات الألمانية. أدى إنتشار أنواع من القراد في الغابات الألمانية وخصوصاً في منطقتي شفارزفالد (Schwarzwald) في الجنوب الألماني وتورنجرفال (Thüringerwald) في شرق ألمانيا إلى إصابة مئات الألوف من السكان بمختلف الأمراض ومن أبرزها إلتهابات أغشية الدماغ والحساسية الجلدية (Doyle, 2008).

نتيجة لإستمرار إرتفاع معدلات درجات الحرارة في ألمانيا ومحيطها من البلدان فقد فقدت جبال الألب الأوربية بما فيها الأجزاء الواقعة في ألمانيا إعتباراً من الأعوام 1850-1970 ميلادية حوالي 50% من كميات الجليد المخزونة فيها. أما في الأعوام

الأخيرة فان فقدان قد تزايد بشكل أكبر وصل إلى حد ان كميات الجليد المتواجدة فوق هذه الجبال قد إختفى في بعض السفوح نهائياً وإنعكس هذا النقصان على كميات مخزونات المياه، السياحة الشتوية، الحياة البرية في البلدان الواقعة على جبال الألب (Paul, 2004).

أما في منطقة الهارتز (Der Harz) الجبلية في شمال ألمانيا والتي يبلغ إرتفاع أعلى قمة فيها Brocken ما يصل إلى 1141 متر عن مستوى سطح البحر وهي أعلى قمة جبلية في شمال ألمانيا. إذ سجلت محطات الإرصاء الجوي إرتفاعاً ملحوظاً في معدلات درجات الحرارة خلال السنوات العشرين المنصرمة كان أشدها في الثاني عشر من تموز عام 2003 ووصلت درجة الحرارة فوق هذه القمة الجبلية إلى 28.2 درجة مئوية وهي أعلى درجة حرارة سجلت في هذه المنطقة منذ بداية مرحلة التسجيل. هذا وإرتفعت درجة الحرارة فوق هذه القمة في العشرين من يوليو عام 2006 مرة ثانية عن حاجز الثماني والعشرين درجة مئوية، ويعد شهر يوليو 2006 الأكثر حرارة في هذه المنطقة منذ بداية تسجيل درجات الحرارة. من جانب آخر فان كميات الأمطار والثلوج في هذه المنطقة تراجعت عن معدلاتها المعروفة (Nationalpark-harz, 2009). وكان شتاء 2006-2007 من أكثر المواسم دفئاً في منطقة الهارتز وفي ألمانيا حيث ندر فيه تساقط الثلوج إلا في المناطق الجبلية التي ترتفع كثيراً عن مستوى سطح البحر حيث سجلت درجات الحرارة إرتفاعاً مقداره 3.2 درجة مئوية عن المعدل العام (Umwelt-news.de, 2009). تأثرت مخزونات المياه في منطقة الهارتز بالنقص الحاصل في كميات الأمطار والثلوج المتساقطة خلال السنوات القليلة المنصرمة مما أدى إلى نقصان احتياطي المياه العذبة في البحيرات المنتشرة في هذه المنطقة. تمتلأ بعض البحيرات في منطقة الهارتز حالياً بحوالي 47٪ من طاقتها الإستيعابية للمياه العذبة وهي نسبة متدنية جداً عن المعتاد (Bodner, 2009).

من التغيرات الطبيعية المحسوسة للتغير المناخي في ألمانيا هو التغير في أوقات حلول المواسم الأربعة. حيث يبدأ الربيع حوالي إسبوعين أبكر عن مواعده الطبيعي وتبدأ الأشجار بالتبرعم والإزهار والحشائش بالأنبات في وقت مبكر عن مواعيدها

الطبيعية. أما موسم الصيف فقد لوحظ في نهاية التسعينات من القرن الماضي انه يحل بحدود سبعة أيام قبل موعد حلوله الطبيعي كما كان الحال في ستينيات القرن الماضي او قبل هذا التاريخ. من جانب اخر لوحظ ايضاً ان موسم الخريف يحل متاخراً عن مواعيد حلوله الطبيعية والمعتادة كما وإن أوقات تغير اللون أوراق الأشجار الخريفية باتت تتأخر عن اوقاتها المعتادة (Mentzel, 2006). وبشكل عام فان طول الموسم الزراعي او موسم الأنبات خلال الخمسين سنة الأخيرة قد ازداد بمعدل 3.6 يوم كل عشرة سنوات (Wikipedia, 2009).

تتمثل مخاطر التغير المناخي وإرتفاع معدلات درجات الحرارة بتأثيراتها السلبية على النباتات و الأشجار باعتبارها تلعب دوراً إقتصادياً وبيئياً مهماً في الحياة. إن التغير الكبير في معدلات درجات الحرارة السنوية والتلوث الهوائي ونقص المياه يؤثر سلباً على الغطاء النباتي ويتجلى ذلك في كثير من الأحيان في عدم قدرة النباتات و الأشجار على مقاومة التغيرات المناخية وبشكل خاص إرتفاع درجات الحرارة المفاجيء. تعتبر شجرة الشربين (Fichte) وتسمى علمياً (*Picea abies*) وهي من الأشجار الصنوبرية والأبرية دائمة الخضرة يصل أرتفاعها حتى خمسين متراً، واسعة الانتشار في ألمانيا والتي تعيش في وسط أوروبا وبشكل خاص في المناطق الجبلية المرتفعة، من أكثر الأشجار تعرضاً لمخاطر التغير المناخي. تنمو هذه الشجرة في المناطق التي تتراوح معدلات درجات الحرارة السنوية فيها ما بين 5.5-8 درجة مئوية، يؤدي إرتفاع معدلات درجات الحرارة السنوية لأكثر من درجتين مئويتين كما هو حاصل الان أما إلى موت هذه الأشجار أو إلى انتقالها شمالاً إلى محيط حيوي آخر يكون فيه المناخ أكثر توازناً. لوحظ في السنوات الأخيرة موت الملايين من هذه الأشجار في الغابات الألمانية وخصوصاً منطقة شفارزفالد (Schwarzwald) في جنوب ألمانيا، يعتقد إن الأسباب تتعلق بمجموعة من العوامل أهمها التغير المناخي و الأمطار الحمضية و تلوث الهواء (Klimawandel-global, 2009).

إن التغير في أوقات حلول المواسم الأربعة الطبيعية والناجمة عن التغير المناخي لا تؤثر فقط على سلوك النباتات بل يتعدى الأمر ذلك إلى الحيوانات، لوحظ في



السنوات الأخيرة إن موسم هجرة الطيور من شمال أوروبا إلى أفريقيا و آسيا او بالعكس قد اصابه التغير أيضاً حيث تتأخر الطيور بالهجرة من شمال أوروبا وتبكر بالعودة إلى أوروبا. وقد اثر هذا التغير في السلوك على الطيور المهاجرة وبشكل خاص على توفير الطعام للصغار منها عند العودة إلى شمال أوروبا بسبب عدم توفر اليرقات والحشرات التي تتغذى عليها. من جانب آخر يلاحظ ان بعض النباتات والحيوان قد إنتقلت من مناطقها لتعيش في مناطق أخرى نتيجة التغير المناخي الذي كان الإنسان احد أسبابه الرئيسية (Stehr, 2007).

أكدت دوريس شيديك Dores Schiedek من معهد Leibniz-Institut لالبحاث البحار في مدينة فارنة مندة (Warnemünde) الألمانية إن درجة حرارة المياه في بحر البلطيق قد ارتفعت للفترة 1850-2000 ميلادية وفي الأشهر من يوليو إلى حزيران بمعدل 1.4 درجة مئوية (Umwelt-news.de, 2009).

تؤكد الدراسة التي أجراها مجموعة من علماء معهد Alfred-wegener Institut للأبحاث البحرية والقطبية في مدينة بريمرهافن (Bremerhafen) الألمانية إن درجة حرارة المياه في السواحل الألمانية إرتفعت خلال الأربعين سنة المنصرمة بمعدل 1.13 درجة مئوية، وإن إرتفاع درجات الحرارة يقلل نسبة الأوكسجين المذابة في المياه مما يؤدي إلى موت الأسماك. إن إرتفاع درجة حرارة المياه أكثر من 17 درجة مئوية يشكل خطورة كبيرة على حياة الأسماك و الأحياء البحرية الأخرى وهذا ما يفسر نقص كميات الأسماك و الأحياء البحرية قرب السواحل الألمانية نتيجة إنتقالها إلى مناطق أخرى أكثر برودة (Klimawandel-global, 2009).

من جانب آخر تؤكد دائرة بيئة المقاطعة على وجود تغيرات ملحوظة للنظام البيئي في بحيرة بودن سي Bodensee ( أكبر بحيرة للمياه العذبة في أوروبا) في جنوب ألمانيا تتمثل في إنتقال احياء مائية مثل القواقع وانواع من الأسماك من مناطق بعيدة في آسيا إلى مياه البحيرة العذبة. فيما لوحظ إنتقال أنواع من نباتات شرق آسيا إلى سواحل البحيرة وبالمقابل تأثرت أشجار الكروم الموجودة في المنطقة بسبب إرتفاع درجة الحرارة في البحيرة ومحيطها. (Abendblatt, 2006)

شهدت ألمانيا خلال العقدین الأخيرین تزايداً في عدد وشدة الأعاصير، كان أهمها الأعصار الذي ضرب ألمانيا في الرابع عشر من حزيران عام 2002 وما رافقه من فيضانات مدمرة أدت إلى غرق عدداً كبيراً من المدن و القرى الألمانية مثل لايبزج و دريسدن في الشرق الألماني عندما وصلت كميات الأمطار 353 لتر/ مترمربع/ يوم وهي معدلات قياسية لم تسجل من قبل (Becker, 2003).

أدت موجة الحر الشديدة التي اجتاحت ألمانيا في الثامن من حزيران عام 2003 إلى موت أكثر من 7 آلاف مواطن أكثرهم من كبار السن و الأطفال نتيجة الارتفاع المفاجيء في معدلات درجات الحرارة، وقد ساعد في زيادة الخسائر طبيعة المنازل الألمانية والتي تصمم على مبدأ الإحتفاض بالحرارة من أجل الأقتصاد في إستهلاك الطاقة. حيث تعزل المنازل بشكل جيد من أجل الأحتفاض بالحرارة وعدم تسربها إلى الخارج (Höppe, 2006).

تعتبر مدينة هامبورغ الألمانية من أكثر المدن الألمانية تائراً بالتغير المناخي وهي ما أكثر الموانئ العالمية التي تتأثر بالعواصف والفيضانات. ضربت الفيضانات مدينة هامبورغ مرات عديدة في القرن الماضي كان أخطرها الفيضان الذي أصاب المدينة عام 1990م. يرى المختصون ان التغير المناخي وتدخلات الإنسان تلعب الدور الأساسي في تفاقم هذه الكوارث (Von Storch, 2007).

## المبحث الثاني

### الإجراءات المتخذة لتقليل إطلاق غازات الاحتباس

#### الحراري في ألمانيا.

إبتداءً من سبعينيات القرن الماضي بدأ الوعي البيئي والاهتمام بالبيئة كقضية مهمة يزداد في الشارع الألماني وفي وسائل الأعلام.. أنشأت الحكومة في عام 1974 أول دائرة إتحادية للبيئة في ألمانيا Umwelt Bundesamt ومقرها مدينة برلين الغربية عن طريق قانون تم إصداره في الثاني والعشرين من تموز عام 1974 ( Jänicke, 2005). كان أول قانون يتعلق بالبيئة قد صدر في الثلاثين من أذار عام 1971 تحت عنوان قانون الحماية من ضوضاء الطيران، تبعه قانون حماية الهواء من التلوث في الثامن عشر من يناير عام 1974 ثم قانون حماية البيئة الإتحادي عام 1975. كانت تلك القوانين المذكورة أعلاه باكورة إهتمام الحكومة الألمانية بموضوعة التلوث البيئي والمخاطر التي يسببها للإنسان و الطبيعة. حرك هذا الإهتمام الأوساط الشعبية على الإهتمام بهذه القضية ودفع منظمات المجتمع المدني آنذاك الى تبني هذه القضية المهمة وإعتبارها جزءاً أساسياً من أهدافها المعلنة. قاد هذا الإهتمام إلى تشكيل منظمات مجتمع مدني وكذلك أحزاب سياسية تهتم بالبيئة وحمايتها مثل منظمات حماية البيئة وحزب الخضر الألماني.

وفي بداية الثمانينات من القرن الماضي لعبت نشاطات حركة السلام الأخضر و حزب الخضر الألماني الذي وصل لأول مرة إلى البرلمان الألماني عام 1983 دوراً بارزاً في تحويل قضية البيئة وحمايتها إلى قضية شعبية و جماهيرية، وكانت المشاكل البيئية مثل تلوث الهواء وموت الغابات والأمطار الحمضية وإتساع ثقب الأوزون من المواضيع البيئية العالمية التي سلطت الأضواء عليها. أنشأت وزارة البيئة الألمانية عام 1986 كدليل على زيادة الإهتمام الحكومي و الشعبي بموضوعات البيئة وحمايتها من التلوث و التخريب. تلا ذلك حدوث مأساة حادثة تشيرنوبيل النووية في أوكرانيا في

السادس والعشرين من نيسان من نفس العام ليتحول أسم وزارة البيئة الألمانية إلى وزارة البيئة وحماية الطبيعة والأمن النووي في الخامس من حزيران عام 1986.

لعبت الإرادة السياسية للأحزاب الألمانية وبشكل خاص حزب الخضر الألماني دوراً مهماً في تغيير مزاج الشارع نحو تبني أهداف حماية البيئة. كان لتبني القضايا البيئية في برامج وفعاليات الأحزاب الألمانية دوراً أساسياً في رفع الوعي والثقافة البيئية بين أفراد المجتمع الألماني. كما ولعبت المنظمات المهنية والأجتماعية مثل النقابات والمنظمات الأنسانية التابعة للكنائس ومنظمات حماية البيئة دوراً ملموساً في تبني الأهداف البيئية وكانت عاملاً ضاعطاً على الحكومات الألمانية المتعاقبة للأتجاه نحو سياسية بيئية جديدة تحافظ على الطبيعة وتحمي المجتمع من أخطار التلوث البيئي. أصبحت قضية البيئة وحمايتها جزءاً أساسياً من برامج جميع الأحزاب الألمانية بدون إستثناء وباتت هذه القضية الحساسة مقياساً للنشاط السياسي والأجتماعي والإقتصادي لهذه الأحزاب في المجتمع والدولة. إنعكس الوعي البيئي في سلوك المواطنين مما أدى الى الإسراع في تطبيق التوجيهات والخطط التي تتبناها الدولة في مجال حماية البيئة. إنتهجت الدولة الألمانية سياسة بيئية متكاملة مبنية على نتائج الأبحاث التي صرفت الدولة الألمانية مبالغ كبيرة فيها وإنعكس هذا كله بالنجاحات التي حققتها ألمانيا في مجال تطوير البرامج البيئية والمحافظة على الطبيعة.

تبذل ألمانيا منذ سنوات طويلة جهوداً كبيرة في مجال تخفيض الكميات المنبعثة من الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري وذلك من خلال إتباعها سياسة قومية متميزة فيما يتعلق بحماية البيئة ودعم الإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة وتحقيق إرتفاع في كفاءة إستخدام الطاقة. وعلى الصعيد الدولي تتولى ألمانيا دوراً ريادياً في سياسات المناخ والطاقة، وتسعى جاهدة إلى تحقيق الأهداف الطموحة في تخفيض إنبعاثات الغازات العادمة. يعرف عن ألمانيا وعيها العالي إتجاه البيئة وإلتزامها بإتفاقية KYOTO ومعاهدات أخرى من شأنها رفع الكفاءة في مجالات إعادة التدوير وإعادة إستعمال الطاقة. كما وتدعم ألمانيا دائماً البرامج التطويرية في دول العالم وبشكل خاص الدول النامية والفقيرة. لقد بدأت ألمانيا بتنفيذ مشاريع من شأنها حفظ

الانبعاثات الحرارية وقد بدأت تظهر هذه النتائج بشكل ملحوظ وإن كانت الانبعاثات الحرارية لثنائي أكسيد الكربون في ألمانيا هي من أعلى النسب في البلدان الأوروبية ولكنها أقل بكثير من تلك التي في أستراليا وكندا والسعودية العربية والولايات المتحدة (Wikipedia, 2009).

في تقريرها المقدم إلى مؤتمر الأمم المتحدة للمناخ في مدينة بالي الأندونيسية أشارت منظمة جيرمان ووتش البيئية الألمانية (German watch) إن ألمانيا جاءت في المرتبة الثانية عالمياً بعد السويد في جهودها للتقليل من انبعاثات الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري (جدول 11). تسعى ألمانيا إلى تخفيض إنتاجها من غاز ثنائي أكسيد الكربون بنسبة 36 % بحلول عام 2020 ميلادية (Dw-world, 2007).

جدول 11. حجم انبعاثات غاز ثنائي أكسيد الكربون في ألمانيا ودول أخرى ابتداءً من عام 2001 (المتدى الاقتصادي العالمي للطاقة المتجددة 2008 Iwr).

المواقع	انبعاث غاز ثنائي أكسيد الكربون (مليون طن)						
	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
عالمياً	30892	30047	29430	28424	27020	25874	24918
الولايات المتحدة	6575	6461	6558	6528	6400	6377	6269
دول الاتحاد السوفيتي	2553	2542	2514	2488	2448	2391	2366
الصين	6398	5944	5380	4881	4146	3532	2800
اليابان	1393	1381	1401	1391	1376	1328	1341
ألمانيا	861	895	884	901	911	901	971
الشرق الأوسط	1573	1529	1466	1362	1258	1150	1100



1159	1108	1041	990	945	967	966	أميركا الجنوبية
1.020	974	942	932	895	855	849	أفريقيا
590	611	615	608	600	588	602	بريطانيا
493	501	503	502	497	484	478	إيطاليا
421	430	439	438	433	426	432	فرنسا
398	387	397	382	366	360	342	إسبانيا
265	267	272	267	258	256	253	هولندا

يتضح من جدول 11 إن حجم انبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون عالمياً قد ازدادت بحوالي 19٪ خلال الأعوام مابين 2001-2007 وإن الكثير من الدول المذكورة في الجدول قد تزايدت نسب انبعاثاتها الغازية أو انها قد حافظت على هذه النسب. بينما نلاحظ من خلال تحليل المعلومات المعطاة ان انبعاثات الصين من غاز ثنائي أوكسيد الكربون قد تضاعفت بمقدار 2.28 مرة. استطاعت ألمانيا خلال نفس الأعوام من تقليص انبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمعدل 11.32٪ وتسعى ألمانيا من خلال الإجراءات التي تقوم بها إلى تقليل انبعاثاتها الغازية وذلك للوفاء بالتزاماتها الدولية أوربياً وعالمياً. على الصعيد العالمي لازالت الكثير من الدول غير مهتمة بقضية الانتقال في إستهلاك الطاقة من الوقود الأحفوري الى مصادر الطاقة المتجددة. ويلاحظ إن الكثير من البلدان لازالت تعتمد بشكل رئيسي على الوقود الأحفوري كمصدر وحيد للطاقة (جدول 12).

جدول 12. نسب إنتاج الطاقة عالمياً لمختلف أنواع الوقود (BMU, 2008).

نوع الوقود المستهلك	النسبة المئوية
النفط الخام	35.0
الفحم	25.5
الغاز الطبيعي	20.6
الطاقة النووية	6.3
الطاقة المتجددة	12.6

يتضح من جدول 12 ان الوقود الأحفوري لا زال يمثل حوالي 81.1% من مجموع الطاقة المستهلكة عالمياً.

لقد تمكنت ألمانيا اعتباراً من عام 1990 من تقليل انبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمقدار يقارب 16 % وهذا يشير إلى أن ألمانيا من الدول القليلة التي حققت نجاحات ملموسة في هذا المجال وإن الدول الأخرى المعنية قادرة أيضاً على الوصول إلى نتائج إيجابية إذا بذلت جهوداً في هذا المجال وإذا توفر القرار السياسي والحكومي اللازم لتحقيق ذلك.

إستطاعت ألمانيا خلال العام 2008 من تقليل انبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمقدار 205 مليون طن عن المعدلات المسجلة في عام 1990 وبنسبة مقدارها 20 %. تمكنت ألمانيا أيضاً في عام 2008 من تخفيض انبعاثاتها من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمعدل 1.1 % عن عام 2007 في حين إرتفع إستهلاك ألمانيا للطاقة 1% عن عام 2007 والسبب يعود إلى عاملين أساسيين هما أولاً تقليل إستهلاك الفحم الحجري الذي يطلق معدلات أكبر من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وثانياً عن طريق زيادة الإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة في عملية توفير الطاقة اللازمة للإنتاج والإستهلاك المنزلي. من جانب آخر إرتفعت نسب غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى

88 ٪ ضمن نسب غازات الاحتباس الحراري الأخرى بسبب تقلص نسب غازات كل من الميثان وثنائي أكسيد النيتروز. تواجه ألمانيا تحديات كبيرة بسبب إرتفاع معدلات غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق بسبب النقل الجوي (الطيران) من وإلى ألمانيا، إذ إرتفعت نسب هذا الغاز من 23.3 مليون طن عام 1995 إلى 34.5 مليون طن عام 2005 وبزيادة مقدارها 48٪. بينما تسبب النقل الجوي الداخلي في إطلاق 1.3 مليون طن من غاز ثنائي أكسيد الكربون. يمثل النقل الجوي نسبة لا يمكن تجاهلها ضمن مجموع انبعاثات ألمانيا للغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري (Destatis.de, 2009).

### الأجراءات التي قامت بها جمهورية ألمانيا الاتحادية لتقليل من انبعاثات غاز ثنائي أكسيد الكربون

تركز السياسة البيئية الألمانية في مجال خفض الانبعاثات الغازية المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري على مبدئين أساسيين هما الترشيد في إستهلاك الطاقة على المستوى القومي والتحول التدريجي نحو مصادر الطاقة المتجددة وزيادة نسبتها إلى نسب مصادر الطاقة الأخرى ضمن مجموع الطاقة المستهلكة سنوياً في ألمانيا.

أدت زيادة التصنيع إلى زيادة في نسب التلوث الهوائي في المدن الألمانية، ومن أجل تقليل انبعاثات ألمانيا من غازات الاحتباس الحراري وتطبيقاً لقرارات المؤتمرات الدولية الخاصة بالبيئة أولت ألمانيا مبكراً إهتماماً كبيراً بهذا الموضوع وإتخذت مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى التقليل من انبعاث الغازات المسببة للتغير المناخي. كانت أولى هذه الإجراءات هي زيادة الضريبة المستحصلة على الوقود وبشكل مضاعف على وقود الديزل والبنزين مما أدى إلى رفع أسعار الوقود بشكل حاد (Matthes, 2005). كان الهدف من هذا الإجراء إجبار ذوي الدخل المحدود على تقليل إستخدام وسائل النقل الخاصة (العربات الشخصية) وتشجيع إستخدام وسائل النقل العامة مثل الحافلات و القطارات. رفعت ألمانيا منذ تسعينيات القرن الماضي الضريبة السنوية على وسائل النقل التي تستخدم وقود الديزل وذلك لان وقود الديزل أكثر ضرراً بالبيئة من بقية أنواع الوقود. قامت ألمانيا أيضاً بزيادة الضريبة

السنوية والتأمين على العربات الشخصية ذات المحركات الكبيرة في محاولة لتشجيع المواطنين على شراء و إستخدام العربات ذات القدرة الحصانية المنخفضة وشركات صناعة العربات على تصنيع سيارات شخصية ذات محركات صغيرة الحجم. . تطلق وسائل النقل ذات المحركات الصغيرة كميات أقل من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وبذلك تقلل من نسب التلوث الهوائي في المدن (جدول 13).

جدول 13. كمية ثنائي أوكسيد الكربون بالغرام المنبعثة خلال لأنواع مختلفة من العربات (Spiegel, 2007).

الموقع	ثاني أوكسيد الكربون المنبعثة (غم)	
	نوع العربة	غرام - كيلومتر واحد
1	Smart	116
2	Fiat	140
3	Citroen	145
4	Lancia	148
5	Renault	149
6	Chevrolet	150
7	Seat	152
8	Skoda	153
9	Ford	153
10	Peugeot	154
11	Opel	157
12	VW	161
13	Toyota	163
14	Honda	166
15	Hyundai	170
16	Audi	179
17	Mini	179
18	Alfa Romeo	184
19	Mercedes	186
20	Volvo	192
21	BMW	192
22	Saab	193

208	Jaguar	23
241	Chrysler	24
253	Land Rover	25
297	Porsche	26

يبين جدول 13 ان العربات ذات المحركات الكبيرة والقوة الحصانية العالية تنتج كميات أكبر من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. إن إستخدام العربات ذات الدفع الرباعي ذات المحركات الكبيرة يزيد من إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري الملوثة للغلاف الجوي.

وافقت الحكومة الألمانية على إصدار قانون جديد جرى تطبيقه إعتباراً من الأول من شهر تموز عام 2009 يطبق على العربات المصنعة بعد تاريخ الخامس من نوفمبر عام 2008 ويلغي القانون القديم للضريبة على العربات الذي كان يعتمد في فرض الضريبة على حجم محرك السيارة. يعتمد القانون الجديد في فرض الضرائب السنوية على العربات على كمية الغازات التي تطلقها السيارة. ويعفي القانون الجديد مالكي العربات التي تطلق أقل من 120 غرام CO<sub>2</sub> في الكيلومتر الواحد من الضريبة السنوية للأعوام 2010-2011 ميلادية. أما بقية العربات والتي تطلق أكثر من 120 غرام في الكيلو متر الواحد من CO<sub>2</sub> فان الضريبة السنوية لها تساوي 2 يورو للغرام الواحد من غاز CO<sub>2</sub> للكيلو متر الواحد. وهذا يعني إن أصحاب العربات التي تطلق معدلات مرتفعة من غاز ثنائي أوكسيد الكربون سيضطرون إلى دفع مبالغ أكثر كظرية سنوية على سياراتهم الأمر الذي يشجع على شراء العربات الصغيرة، التي لا تسبب ضرراً كبيراً بالبيئة (CO<sub>2</sub>-steuer.info, 2009).

يعود إهتمام الحكومة الألمانية بالإجراءات والقوانين التي تحد من إستهلاك الوقود الإحفوري في وسائل النقل المختلفة بسبب ما يمثله هذا القطاع من أهمية في مجال إستهلاك الطاقة. يبلغ معدل ما يطلقه قطاع النقل من غاز ثنائي أوكسيد الكربون حوالي 21.1% من مجموع إنبعاثات ألمانيا من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وهي نسبة عالية يتوجب تخفيضها بشكل مستمر (Bratzel, 2005). وشجعت الدولة المواطنين



على إستخدام وسائل النقل العامة من خلال دعمها بإصدار تذاكر نهاية الأسبوع المخفضة Week End Ticket والصالحة لأستخدام خمسة أشخاص ليوم واحد وفي كافة وسائل النقل العامة داخل ألمانيا.

قدمت وزارة البيئة الألمانية دعماً مادياً للمواطنين الذين حولوا نظام التدفئة الذي يستهلك الوقود الأحفوري فقط في منازلهم إلى نظام تدفئة يعتمد على الطاقة الشمسية أو الطاقة الجيو-حرارية. شجع هذا الأجراء مئات الآلاف من المواطنين على الأستفادة من المنح المالية المقدمة في تغيير أنظمة التدفئة و التسخين المائي في منازلهم إلى مصادر الطاقة المتجددة.

أصدرت الحكومة الألمانية قانوناً جديداً يجبر أصحاب البيوت و البنايات الذين قدموا تراخيص للبناء إعتباراً من تاريخ الأول من يناير 2009 على إستخدام مصادر الطاقة المتجددة كجزء من مجموع الطاقة المستهلكة في بيوتهم أو بناياتهم. وحدد القانون الجديد إستخدام مصادر الطاقة المتجددة على الشكل التالي:

1. إلزام أصحاب البيوت و المباني السكنية على تركيب خلايا أو ألواح الطاقة الشمسية (نظام التدفئة والتسخين المائي بالطاقة الشمسية) وبمعدل 4 مترمربع لكل 100 مترمربع. أما المباني غير السكنية فقد حدد القانون نسبة الطاقة المستخدمة عن طريق نظام التدفئة والتسخين المائي بالطاقة الشمسية بأكثر من 15 % من مجموع الطاقة المستهلكة بالمبنى.
2. عند إستخدام الطاقة الجيو-حرارية أو الكتلة الحيوية أو الزيوت النباتية كمصدر للطاقة المتجددة يجب أن لا تقل نسبتها عن 50 % من مجموع الطاقة المستهلكة في المبنى.
3. في حالة إستخدام الغاز الحيوي Biogas كمصدر للطاقة يجب أن لا تقل النسبة عن 30 % من مجموع الطاقة المستهلكة في المبنى.
4. أعطى القانون لأصحاب البيوت و المباني حرية إستخدام أكثر من مصدر من مصادر الطاقة المتجددة في الحصول على الطاقة المطلوبة في بيوتهم ومبانيهم (Schwaebisch-hall, 2009).

قامت وزارة البيئة الألمانية من خلال دوائر البيئة المنتشرة في جميع المناطق و المدن الألمانية ومن خلال الكثير من المشاريع بما فيها المشاريع الحكومية و المبادرات المدرسية في غرس ملايين الأشجار والأهتمام بالغابات وحمايتها وأعتبار الكثير من المناطق محميات طبيعية وكان الهدف من هذا الأجراء

1. تعويض النقص الحاصل في عدد الأشجار نتيجة قطعها للأسباب الأقتصادية، الصناعية، البيئية (أشجار مريضة او ميتة نتيجة تزايد التلوث الهوائي وبشكل خاص الأمطار الحمضية).

2. تقليل الزيادة الحاصلة في نسب غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الهواء.

3. تعزيز الوعي البيئي والثقافة البيئية بين المواطنين.

إنتهجت الدولة الألمانية ومنذ وقت مبكر طريقة فصل النفايات وتدويرها في جميع مرافق الدولة بما فيها المنازل بحيث بات على المواطن فصل النفايات إلى مطبخية، ورقية، معدنية، زجاجية، بلاستيكية . أدت هذه الطريقة إلى إستخدام بعض أنواع النفايات كالنفايات المطبخية والبلاستيكية كمصدر للطاقة بدل إستهلاك الوقود الأحفوري مما قلل من كميات إستهلاكه. أما النفايات الورقية والمعدنية والزجاجية فان الشركات الألمانية تقوم بتدويرها و إعادة إستخدامها كمواد أولية في الصناعة.

## المبحث الثالث

### مصادر الطاقة المتجددة والبديلة في ألمانيا

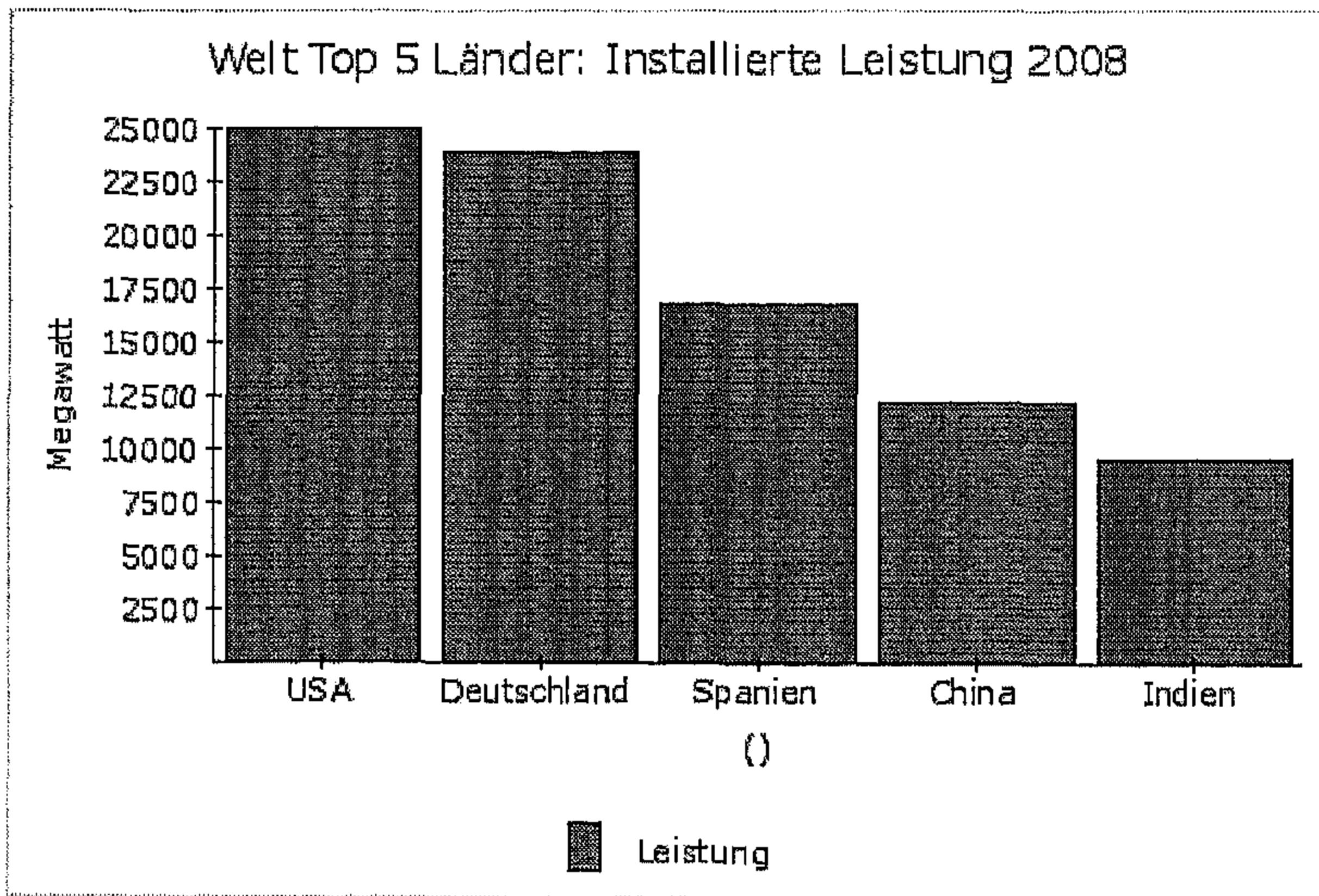
إبتداءً من عام 1990 وبعد وقوع الكارثة البيئية لمفاعل تشيرنوبل النووي عام 1986 في أوكرانيا والمخاطر البيئية الكبيرة التي سببها في أوروبا، بدأت ألمانيا تولي إهتماماً متزايداً بموضوعة الإستغناء عن الطاقة المنتجة في مفاعلاتها النووية والاستعاضة عنها بمصادر جديدة للطاقة. لم تكن ألمانيا تمتلك مصدر من مصادر الطاقة المتجددة حينذاك غير الطاقة الكهرومائية المنتجة عن طريق السدود ولم تكن انتاجيتها للطاقة الكهربائية من هذا المصدر كبيرة بحيث تسد النقص الحاصل في كمية الطاقة فيما إذا أوقفت ألمانيا مفاعلاتها النووية او حتى قللت عدد تلك المفاعلات. وكان لوصول الحزب الاشتراكي وحزب الخضر الألماني إلى السلطة في ألمانيا وتولي الوزير يوشكا فيشر Joschka Fischer من حزب الخضر ومن بعده الوزير تريتزين Trittin حقيبة وزارة البيئة الألمانية دوراً أساسياً في تنامي إهتمام الدولة والشارع الألماني بمصادر الطاقة المتجددة وزيادة نسبتها في مجموع الطاقة المستهلكة في ألمانيا. بدأت ألمانيا وإعتباراً من عام 1990 بزيادة إنتاجها من الطاقة المتجددة والتي تتمثل في الطاقة الشمسية، الطاقة الكهرومائية، الطاقة الجيو حرارية، طاقة الرياح، الكتلة الحيوية. يعتبر إستهلاك الفرد الألماني للطاقة الكهربائية مرتفعاً جداً مقارنةً بالكثير من الدول الأوروبية والدول النامية والفقيرة. يعتمد إستهلاك الأسرة للطاقة الكهربائية على عدد الأفراد أذ يؤدي زيادة عدد أفراد الأسرة الى زيادة ملحوظة في إستهلاك الطاقة بكل أنواعها (جدول 14).

جدول 14. إستهلاك الأسرة الألمانية للطاقة الكهربائية (Haus+Energie, 2008).

عدد الأفراد	الأستهلاك السنوي كيلو واط-ساعة
1	1970
2	3260
3	4240
4	4900
5	6150

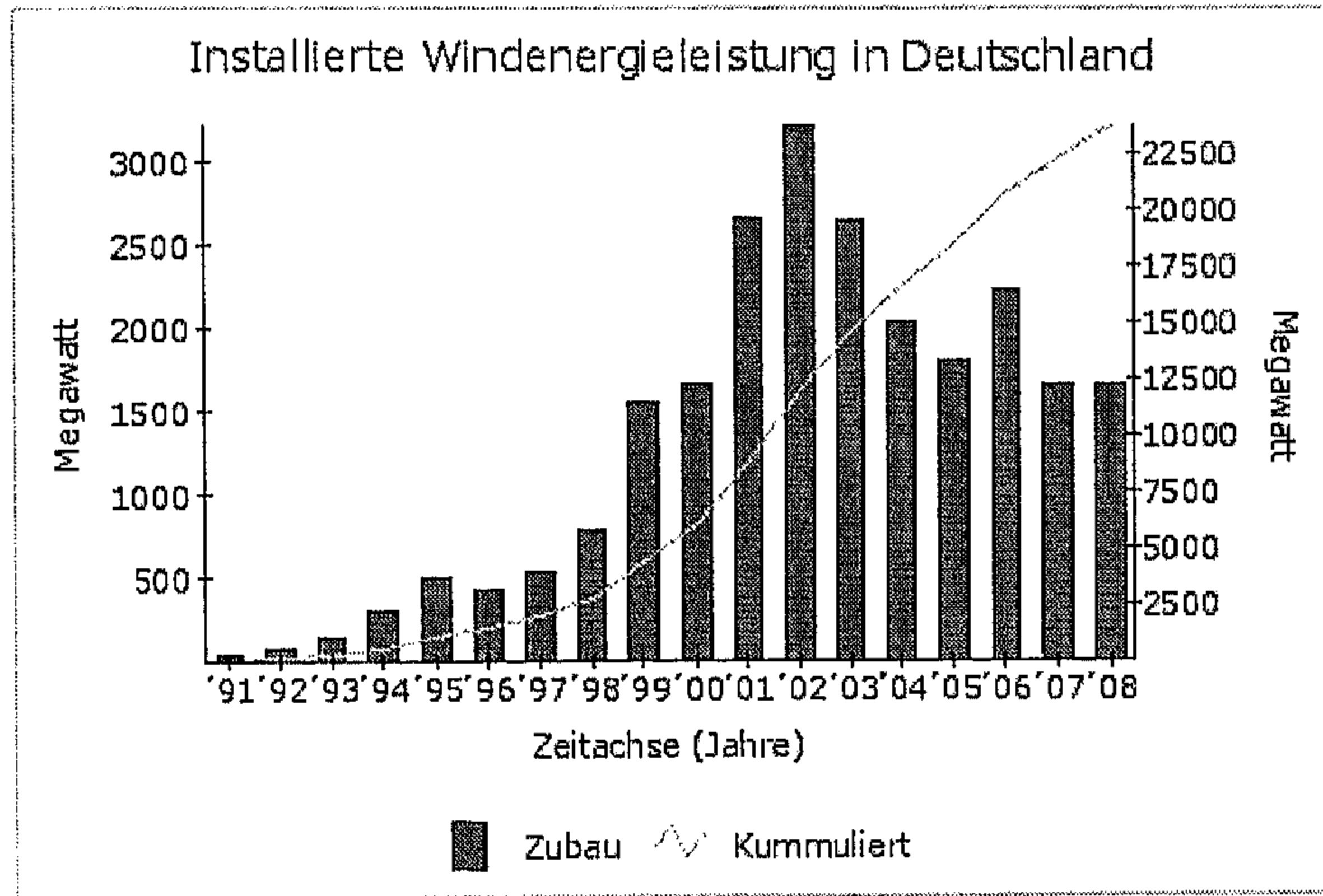
أكدت وزارة البيئة الألمانية في بيانها الصحفي رقم 44 لسنة 2008 إن ألمانيا تمكنت عام 2007 من رفع نسبة إنتاجها من الطاقة المتجددة إلى مجموع الطاقة الكهربائية المستهلكة إلى 14.2٪ وبزيادة مقدارها الخمس عن العام السابق وهذا ما أدى إلى تقليل كميات غاز ثنائي أكسيد الكربون بمعدل 114 مليون طن سنوياً (BMU, 2008).

في عام 2008 جاءت ألمانيا بالمرتبة الثانية عالمياً بعد الولايات المتحدة الأمريكية في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق طواحين الهواء المنتجة للطاقة الكهربائية. يبلغ عدد مولدات الطاقة الكهربائية بإستخدام قوة الريح 20301 مولدة تنتج حوالي 23903 ميغا واط حيث تنتج المولدة الواحدة حوالي 1.18 ميغا واط (شكل 6). رفعت ألمانيا خلال عام 2008 نسبة إنتاجها للطاقة الكهربائية عن طريق طواحين الهواء إلى 7.95٪ من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة سنوياً بعد أن كانت 6.4٪ عام 2007 (Deutschland-windenergie, 2008).



شكل 6. أكثر خمس دول إنتاجاً للطاقة الكهربائية عن طريق طاقة الرياح (Bwe.de, 2009).

تأتي ألمانيا بالمرتبة الثانية عالمياً بعد الولايات الأمريكية في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال قوة الرياح بينما تأتي ألمانيا بالمرتبة الأولى أوربياً متقدمة على كل من إسبانيا وإيطاليا وفرنسا والمملكة المتحدة. إستثمرت ألمانيا خلال عام 2007 حوالي 11.729 مليار يورو في مشاريع إنتاج الطاقة عن طريق قوة الرياح، بلغت الاستثمارات الداخلية منها 5.773 مليار يورو. بينما بلغت صادرات وأستثمارات ألمانيا الخارجية حوالي 5.956 مليار يورو. يعتبر هذا المجال من المجالات الإقتصادية الحيوية التي تعول ألمانيا عليها الكثير في تطوير عجلتها الإقتصادية واستثماراتها الخارجية. تعتبر ألمانيا من أكثر الدول تصديراً لهذه التكنولوجيا على الصعيد العالمي. تسعى ألمانيا من خلال التكنولوجيا المتطورة التي تمتلكها في مجال إنتاج الطاقة عن طريق المصادر المتجددة الى فتح اسواق جديدة للمبيعات تشمل مناطق كثيرة من العالم من ضمنها اسواق في المنطقة العربية. . إستطاعت ألمانيا واعتباراً من العام 1991 ان تظاعف إنتاجها من الطاقة الكهربائية بشكل تصاعدي عن طريق إستغلال طاقة الرياح (شكل 7).



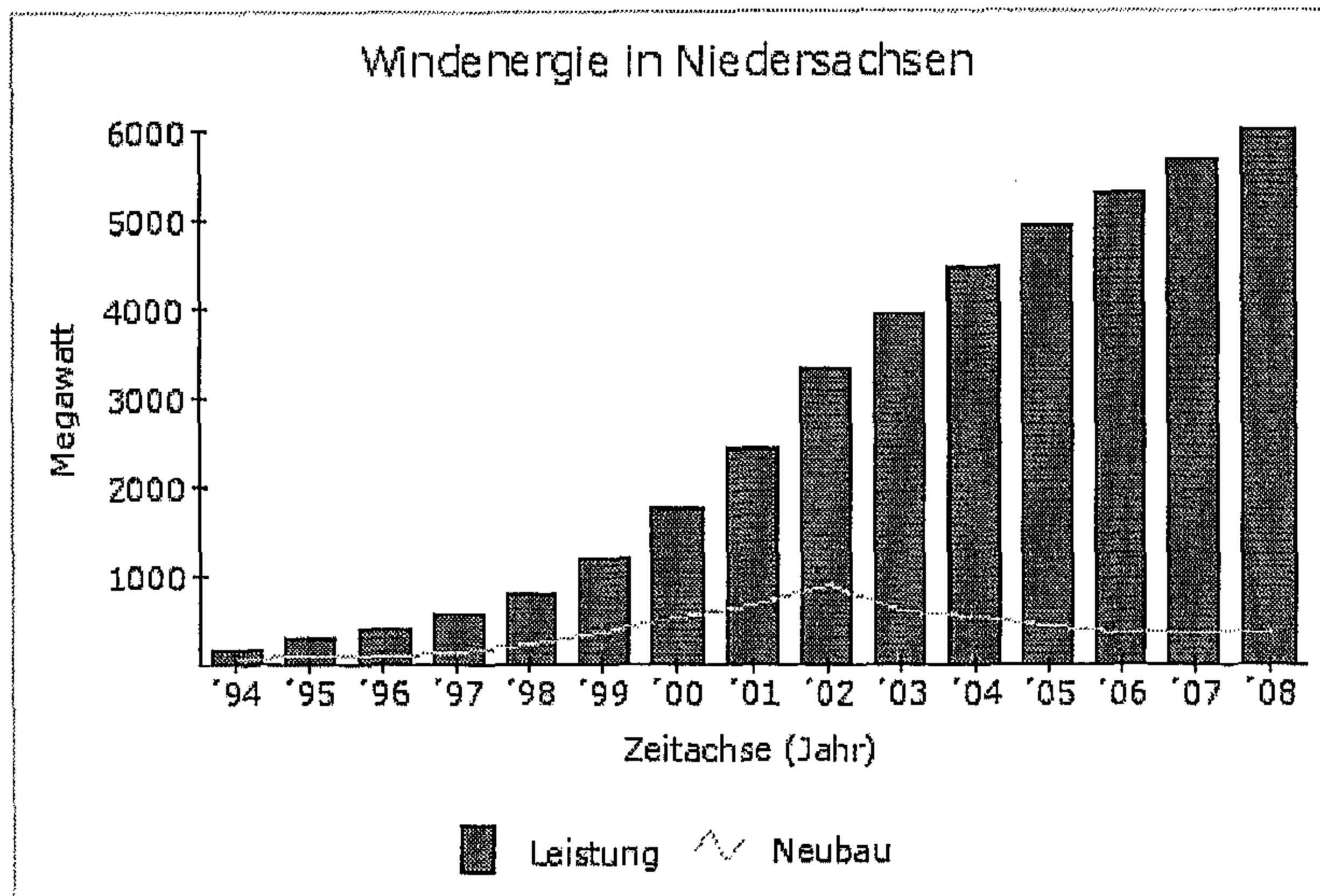
شكل 7. إنتاج ألمانيا للطاقة الكهربائية عن طريق طاقة الرياح ( Bwe.de, )

(2009).



والجدير بالملاحظة ان هذه الطريقة في إنتاج الطاقة الكهربائية قللت انبعاثات ألمانيا من غاز ثنائي أوكسيد الكربون عام 2007 بحوالي 34 مليون طن سنوياً (BMU, 2008).

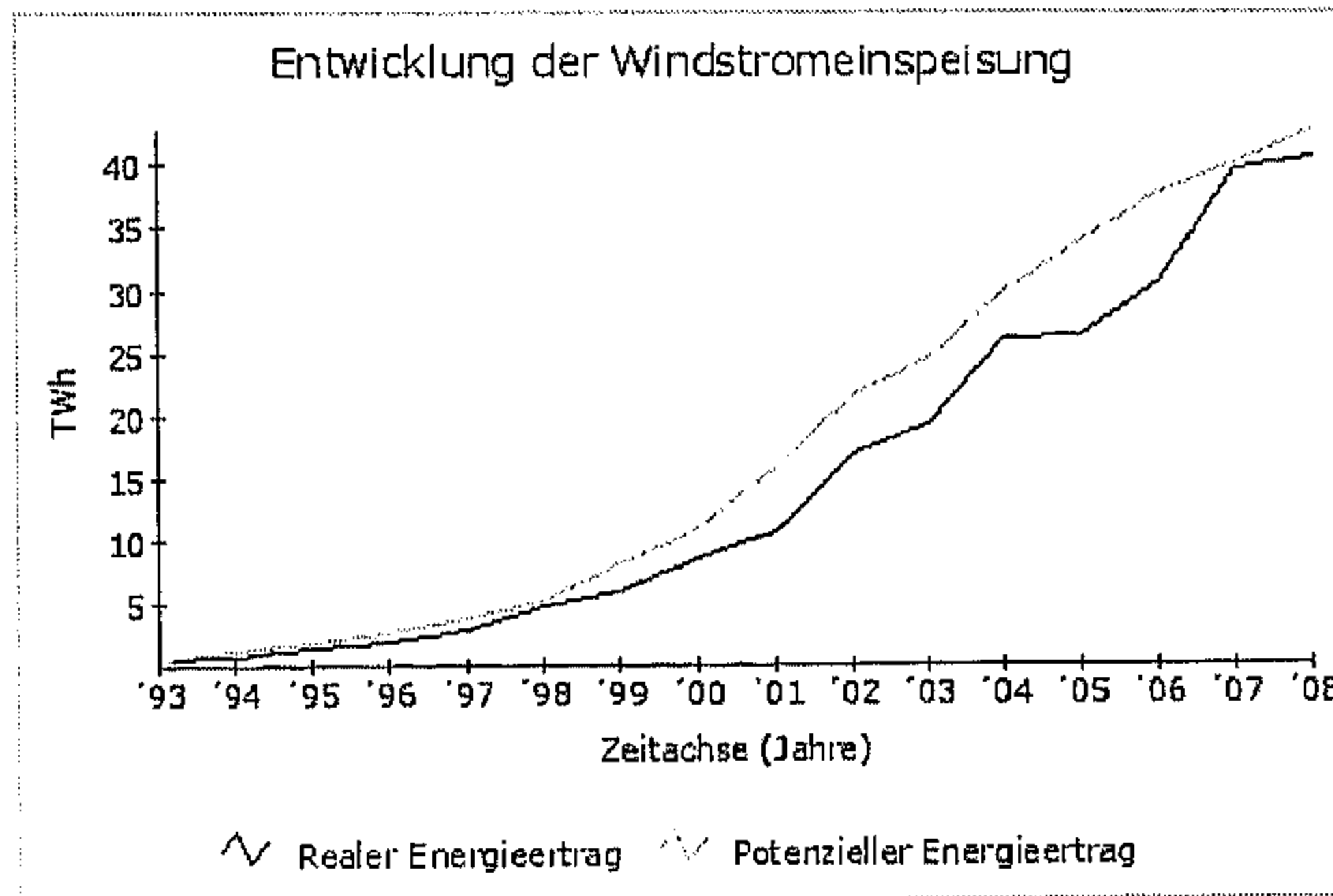
تنتشر المولدات الهوائية للطاقة الكهربائية في الجزء الشمالي و الشرقي من ألمانيا حيث تزداد قوة التيارات الهوائية الضرورية لتدوير طواحين الهواء بسبب القرب من بحر البلطيق وبحر الشمال فيما يكاد يخلوا الجنوب الألماني من هذه التكنولوجيا الحديثة لإنتاج الطاقة. بدأت ألمانيا خلال عام 2009 بالتوسع في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق طواحين الهواء عن طريق إستغلال المساحات الواسعة في البحار في نشر هذه المولدات والإستفادة بشكل أكبر من سرعة وقوة الرياح في السواحل الألمانية في إنتاج الطاقة الكهربائية (Erneuenbare-energie.de, 2008). إن مقاطعة سكسونيا السفلى Niedersachsen هي من أكثر المقاطعات الألمانية إهتماماً وإنتاجاً للطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال طاقة الرياح (شكل 8).



شكل 8. إنتاج الطاقة الكهربائية في مقاطعة ساكسونيا السفلى ( Bwe.de, )

(2009)

تعتبر مقاطعة ساكسونيا السفلى Niedersachsen من أكثر المقاطعات الألمانية التي تنتشر بها مولدات الطاقة الكهربائية العاملة على قوة الرياح، تقع هذه المقاطعة في شمال ألمانيا وتعتبر من أكبر مقاطعات ألمانيا مساحةً، لها سواحل طويلة على بحر الشمال وتمتاز بوجود مرتفعات جبلية. تزداد سرعة الرياح كلما اقتربنا في هذه المقاطعة من المنطقة الساحلية. يعود سبب إهتمام مقاطعة ساكسونيا السفلى بمصادر الطاقة المتجددة لوصول حزب الخضر الألماني الى السلطة في هذه المقاطعة لأول مرة بالتحالف مع الحزب الاشتراكي الألماني في بداية تسعينات القرن الماضي. لعبت الإرادة السياسية لهذا التحالف في تبني سياسة بيئية دوراً مهماً في تحقيق نتائج ايجابية في موضوعة الانتقال والتحول من مصادر الطاقة التقليدية إلى مصادر الطاقة المتجددة. . لم يقتصر التطور في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال قوة الرياح على مقاطعة ساكسونيا السفلى بل تعدى ذلك ليشمل كل المقاطعات الألمانية وخصوصاً الشمالية منها. أدى هذا التطور الى رفع إنتاجية ألمانيا للطاقة الكهربائية عن طريق هذا المصدر (شكل 9). أما مقاطعة شليزفيج هولستين وهي من المقاطعات الشرقية في ألمانيا فانها تمكنت من توفير حوالي 30٪ من إحتياجاتها للطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال طاقة الرياح فقط (الناصر، 2009).



شكل 9. تطور إنتاج ألمانيا للتيار الكهربائي عن طريق طاقة الرياح ( Bwe.de, )

(2009)

تمكنت ألمانيا عام 2007 في مجال توليد الطاقة الكهربائية عن طريق السدود والتيارات المائية (الطاقة الكهرومائية) من إنتاج 20.7 مليار كيلو وات- ساعة من الطاقة الكهربائية وبنسبة مقدارها 3.4 ٪ من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة سنوياً. فيما وصلت نسبة الطاقة المنتجة عن طريق التيارات المائية والسدود إلى نسبة الطاقة الكهربائية المنتجة من خلال مصادر الطاقة المتجددة إلى 23.6 ٪. خفضت هذه الطريقة في إنتاج الطاقة الكهربائية انبعاثات ألمانيا من غاز ثنائي أوكسيد الكربون عام 2007 بحوالي 22.6 مليون طن سنوياً (BMU, 2008).

لم تتمكن ألمانيا من زيادة إنتاجها للطاقة الكهربائية خلال العقود الأخيرة عن طريق الطاقة الكهرومائية (السدود و التيارات المائية) بل لوحظ إن إنتاجها قد تراجع خلال السنوات الأربع الأخيرة وذلك لان توليد الطاقة الكهرومائية يعتمد على كمية الأمطار المتساقطة والطبيعة الجغرافية للمنطقة. من هنا يجري التأكيد على إن إمكانيات التطور في هذا المجال محدودة قياساً بمصادر الطاقة المتجددة الأخرى. يعتبر الجنوب الألماني من أكثر المناطق إنتاجاً للطاقة الكهرومائية بسبب توفر الطبيعة الجبلية المناسبة والمياه المتدفقة من جبال الألب. هناك مناطق جبلية أخرى مثل منطقة الهاتز تتوفر فيها الشروط المناسبة لإنشاء المشاريع الكهرومائية تنتج الطاقة الكهربائية عن طريق مساقط المياه. يوجد في ألمانيا 7300 محطة توليد طاقة كهرومائية صغيرة تنتج مجموعها ما بين 8-10 ٪ من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة بواسطة المحطات الكهرومائية. هناك 354 محطة توليد طاقة كهرومائية متوسطة وكبيرة تنتج ما تبقى من الطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق استهلاك قوة المياه المتساقطة والبالغ نسبتها 90 ٪.

لم يكن إستعمال الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية مستخدماً في ألمانيا قبل عام 1992 حيث بدأت ألمانيا إولى خطواتها وتجاربها في هذا المجال المهم من مجالات الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة. أنتجت ألمانيا عام 1992 ما قيمته 0.001 ٪ من إنتاجها للطاقة الكهربائية عن طريق استغلال الطاقة الشمسية. رفعت ألمانيا نسبة إنتاجها للطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال الطاقة الشمسية في عام 2007 إلى 0.6 ٪ من حجم إنتاجها الكلي للطاقة الكهربائية، وقد رفعت ألمانيا

إنتاجها من الطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال الطاقة الشمسية من 3 GWh عام 1992 إلى 3500 GWh عام 2007 (BMU, 2008).

بلغت نسبة الطاقة الشمسية إلى مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق مصادر الطاقة المتجددة لعام 2007 حوالي 4 %. إستطاعت ألمانيا مع نهاية عام 2007 إلى رفع مساحة الألواح أو خلايا الطاقة الشمسية إلى 9.6 مليون متر مربع حيث تستخدم هذه الخلايا أو الألواح في توفير الطاقة اللازمة للتدفئة ولتسخين المياه في البيوت على نطاق واسع (BMU, 2008).

من أهم المشاريع في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق الطاقة الشمسية المشروع الذي أفتتح في مقاطعة زاكسن Sachsen الألمانية وبالقرب من مدينة لايبزج وعلى مساحة مقدارها 110 هكتار هي عبارة عن مطار عسكري قديم للجيش الألماني تم تحويله إلى محطة توليد للطاقة الكهربائية باستخدام الأشعة الشمسية. ينتج هذا المشروع سنوياً حوالي 40 مليون ميغا واط-ساعة من التيار الكهربائي يكفي لتغذية عشرة الاف مسكن بالطاقة الكهربائية ويوفر حوالي 25 ألف طن من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. تعتمد هذه التكنولوجيا الجديدة على الإستفادة من الطاقة الشمسية وذلك عن طريق تركيز الأشعة الشمسية وتجميعها بواسطة مرايا عاكسة متحركة تدور باتجاه حركة الشمس للاستفادة القصوى من الحرارة الشمسية. تجمع المرايا العاكسة الأشعة الشمسية على سطوح والأواح الخلايا الشمسية الموزعة على مساحة كبيرة من اجل الحصول على درجة حرارة عالية كافية لتبخير المياه للحصول على كميات كبيرة من البخار الذي يقوم بتدوير التوربينات البخارية المولدة للطاقة الكهربائية. تعتبر هذه المحطة أكبر محطة توليد للطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال الأشعة الشمسية. إستطاعت ألمانيا رغم قلة أيام السطوع الشمسي فيها من الإستفادة من هذه التكنولوجيا للحصول على الطاقة الكهربائية دون الحاجة لحرق الوقود الإحفوري. تقوم مراكز الأبحاث الألمانية بدراسات مختبرية للإعتماد بشكل أكبر على هذه التكنولوجيا في المستقبل. كما وتسعى ألمانيا الى تصدير هذه التكنولوجيا الحديثة الى دول

العالم المهتمة بتوفير الطاقة الكهربائية عن طريق مصادر الطاقة المتجددة ( Focus, 2009).

تهتم الدولة الألمانية بهذا المصدر رغم قلة توفر الطاقة الشمسية في ألمانيا مقارنةً بدول أخرى مثل دول الشرق الأوسط والبلدان العربية والأفريقية. يعتقد إن الطاقة الشمسية رغم محدودية قوة الإشعاع الشمسي وقلة أيام السطوع في ألمانيا يمكن لها أن توفر 50٪ من الطاقة المستهلكة في تدفئة المنازل. تجري الشركات الألمانية أبحاثاً كبيرة ومهمة على الخلايا الشمسية وتعتبرها من المشاريع المهمة التي يمكن لها أن تزيد من صادرات ألمانيا الخارجية. كما وتعتبر هذه الصناعة من النشاطات الاقتصادية المهمة التي تساعد على تشغيل الأيدي العاملة وتقلل من مشكلة البطالة التي تعاني منها ألمانيا حالياً.

بدأ إستغلال الطاقة الجيو- حرارية في ألمانيا إعتباراً من عام 2004 حيث رصدت وزارة البيئة الألمانية مبلغ ستين مليون يورو في مجموعة من المشاريع لإستغلال الطاقة الجيو - حرارية لأغراض إنتاج الطاقة الكهربائية والتدفئة. تستخدم الطاقة الجيو- حرارية كثيراً في مجال تدفئة المدن أما في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية فلا يزال إستخدامها بطيئاً (جدول 15). تولي الدولة الألمانية أهمية كبيرة على الطاقة الجيوحرارية باعتبارها بديلاً مهماً من بدائل الوقود الأحفوري وتهتم كثيراً بهذا المصدر باعتباره مصدراً أزلياً يمكن أن يوفر الطاقة وخصوصاً في مجال التدفئة وتسخين المياه للكثير من المستهلكين الألمان.

إضافة إلى ذلك هناك حوالي 115 ألف منزل في ألمانيا تعتمد على الطاقة الجيو-حرارية في التدفئة عن طريق حفر أبار توصل المياه الحارة إلى البيوت . تعتبر الطاقة الجيو-حرارية من مصادر الطاقة ذات التكلفة العالية بالنسبة للمواطن وذلك لان عمليات الحفر وتركيب الأجهزة اللازمة لسحب وتوزيع المياه الحارة من باطن الأرض إضافة لإجور العمل تكلف مبالغ كثيرة (عشرين ألف يورو تقريباً).



جدول 15. بعض المشاريع التي تستخدم الطاقة الجيو - حرارية في مجالي إنتاج الطاقة الكهربائية والتدفئة في ألمانيا (تقرير الحكومة الألمانية حول الطاقة الجيو - حرارية 2008 (Erneuerbare-energie.de, 2009).

المشروع	سنة التشغيل	الطاقة الجيو - حرارية المنتجة	الطاقة الكهربائية المنتجة	درجة حرارة المياه	عمق الحفر (متر)
Neustadt-Glewe	2003	1.3-3.5	0,21	119	2200
Unterhaching	2007	30	3.4	122	3577
Groß Schoenebeck	2008	10	1.5	150	4249
Bruchsal	2008	4	0,5	118	2500
landau	2007	22	2.5	150	3000
Unterhaching	2007	38	3.3	122	3500
Spayer	2009	24-50	4.8-6.0	150	2900
Riedstadt	2009	21.5	3		3100
Duerrnharr	2009	50	5	130	4000

يستهلك 10٪ من السكان في ألمانيا الطاقة الكهروحرارية في تدفئة وتسخين المياه في بيوتهم وهناك رغبة كبيرة لدى المواطنين بالتوجه نحو هكذا أنواع من مصادر الطاقة. ومن أجل تقليل التكلفة العالية للطاقة الجيوحرارية هناك مشاريع جديدة لدى الشركات الألمانية لربط شبكات التدفئة في البيوت في المدن الكبرى مثل برلين و ميونخ عن طريق الطاقة الجيوحرارية في مشروع واحد في كل مدينة من أجل تلافي عمليات حفر آبار في كل بيت والإكتفاء بحفر آبار مركزية في كل مدينة.

## الكتلة الحيوية والوقود الحيوي

هي من أقدم وأهم مصادر الطاقة المتجددة التي عرفها الإنسان منذ تكوينه ولحد يومنا هذا. يخزن النبات الطاقة الشمسية بعملية التركيب الضوئي وذلك باستغلال غاز ثنائي لأوكسيد الكربون على شكل كتلة حيوية ويقوم الإنسان بالاستفادة من هذه الطاقة على شكل غذاء او مصدر للطاقة. تمتاز الكتلة الحيوية بسهولة نقلها وتخزينها وتتكون من مختلف أنواع النباتات ومخلفاتها وتكون على عدة أشكال هي الصلبة والسائلة والغازية. تنتج الطبيعة سنوياً حوالي 200 مليار طن من الكتلة الحيوية لا يستخدم منها كغذاء سوى 0.4 % (El Bassam, 2008).

تعد الكتلة الحيوية والوقود الحيوي من مصادر الطاقة المتجددة تساهم بشكل محدود في خفض تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي إذا إستعملت كبديل للوقود الأحفوري (Righelato, 2007). الكتلة الحيوية هي عبارة عن مواد عضوية طبيعية يدخل الكربون و الهيدروجين في تركيبها وينتج عن إحتراقها غاز ثنائي أوكسيد الكربون حالها حال غيرها من المواد العضوية ومنها الوقود الأحفوري. تمثل الأخشاب وأوراق الأشجار ونفايات المزارع والمصانع الغذائية والشحم الحيواني ونفايات المنازل أنواعاً من الكتلة الحيوية والتي يمكن تحويلها إلى وقود يسمى الوقود الحيوي يستعمل كبديل للوقود الأحفوري في جميع جوانب الإستخدام البشري. يؤدي استخدام الكتلة الحيوية كبديل للوقود الأحفوري إلى التخلص من النفايات العضوية وتعتبر هذه الطريقة طريقة مثلى لتدوير النفايات وتقليل التلوث البيئي الناتج عنها والتقليل من إستهلاك الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة. يصنف الديزل الحيوي على انه وقود غير سام وقابل للتحلل بيولوجياً. ينتج عن طريق تحليل الزيوت النباتية و الدهون الحيوانية ويمكن مزجه مع الديزل النفطي وفق اي تركيز وفي اي محرك. أما الإيثانول الحيوي فانه وقود حيوي ينتج من تخمير الكتلة الحيوية الحاوية على السكريات الأحادية والمعقدة. هناك نوعين من وقود الإيثانول هما E85 وهو عبارة عن مزيج من 85% إيثانول و 15% بنزين. اما وقود الإيثانول E10 فهو عبارة عن مزيج يتكون من 90% بنزين و 10% إيثانول. يخفض

الوقود الحيوي غازات الدفيئة لان الكتلة الحيوية ( مواد نباتية عضوية) تمتص أثناء نموها غاز ثنائي أوكسيد الكربون وتخلص الغلاف الجوي من تزايد تركيزاته (دنجر، 2009).

تمكنت ألمانيا عام 2007 في مجال توليد الطاقة الكهربائية عن طريق الكتلة الحيوية من إنتاج 23.8 مليار كيلو واط- ساعة من الطاقة الكهربائية وبنسبة مقداره 3.8 % من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة سنوياً. فيما وصلت نسبة الطاقة المنتجة عن طريق الكتلة الحيوية إلى نسبة الطاقة الكهربائية المنتجة من خلال مصادر الطاقة المتجددة إلى 27.1 % (BMU, 2008).

لم يكن الوقود الحيوي مستخدماً في ألمانيا قبل عام 1991 بشكل واسع وكانت نسبته في كمية الوقود السائل المستهلك حتى عام 2002 تكاد تكون غير مؤثرة ولا تتعدى 0.4 % من مجموع الوقود السائل المستخدم في ألمانيا. شهدت الأعوام التي تلت عام 2000 ميلادي تطوراً ملحوظاً في كميات إنتاج الوقود الحيوي والمتمثل بالديزل الحيوي Biodiesel والأيثانول الحيوي Bioethanol والزيوت النباتية حتى وصلت نسبتها في كمية الوقود السائل المستهلك في ألمانيا إلى 7.6 % عام 2006 م (BMU, 2008). إستهلكت ألمانيا خلال عام 2007 حوالي 3.32 مليون طن من البيو ديزل، 840 ألف طن من الزيوت النباتية، 460 ألف طن من البيو ايثانول.

تنتج الطاقة الكهربائية في ألمانيا من الطاقة النووية والفحم الحجري والغاز الطبيعي ومصادر الطاقة المتجددة. يخلف إنتاج كيلو واط ساعة من التيار الكهربائي حوالي 541 غرام من غاز ثنائي أوكسيد الكربون وحوالي 0.0007 غرام من المخلفات النووية. تستهلك العائلة المكونة من شخصين فقط حوالي 2500 كيلو واط ساعة سنوياً مما يؤدي إلى انطلاق حوالي 1350 كيلو غرام من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. بينما تستهلك العائلة المكونة من أربعة أشخاص حوالي 3500 كيلو واط ساعة سنوياً مما يؤدي إلى انطلاق حوالي 1890 كيلو غرام من غاز ثنائي أوكسيد الكربون.

## إنتاج الطاقة الكهربائية

تنتج شركة الهارتز لانتاج الطاقة الكهربائية Harz Energie GmbH (وهي من الشركات المعروفة والتي تزود أكثر من 280 ألف مواطن وعدد كبير من المصانع في وسط ألمانيا بالطاقة الكهربائية) الطاقة الكهربائية من مصادر للطاقة متنوعة مثل الطاقة النووية بنسبة 39٪ والوقود الأحفوري بنسبة 39٪ والطاقة المتجددة بنسبة 22٪. يخلف إنتاج كيلو واط ساعة من الطاقة الكهربائية التي تنتجها هذه الشركة حوالي 319 غرام من غاز ثنائي أكسيد الكربون وحوالي 0.0010 غرام من المخلفات النووية. مقارنة بالمعدلات العامة في ألمانيا تعتبر هذه الشركة متقدمة على الشركات الأخرى في نسبة إنتاجها للطاقة المتجددة (22٪) ضمن مصادر الطاقة الأخرى حيث ان المعدل العام للكثير من الشركات الأخرى لا يتجاوز 15٪. من جانب آخر لا تتعدى نسبة الطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق حرق الوقود الأحفوري في هذه الشركة عن 39٪ في حين ان المعدل العام للكثير من الشركات يصل في بعض الأحيان الى 61٪. ان الاعتماد على الطاقة المتجددة مثل الطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح والمتوفرة في هذه المنطقة والتقليل من الاعتماد على الوقود الأحفوري في إنتاج الطاقة الكهربائية خفض معدلات إطلاق غاز ثنائي أكسيد الكربون في هذه الشركة من 541 غرام إلى 319 غرام في الكيلو واط ساعة. تزود هذه الشركة المستهلكين بالطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة فقط بناءً على رغبة المستهلك. تنتج هذه الشركة التيار الكهربائي من مصادر الطاقة المتجددة والتي تتكون من الطاقة الكهرومائية بنسبة 50٪، طاقة الرياح بنسبة 49٪، الطاقة الشمسية بنسبة 1٪. تبيع الشركة المذكورة التيار الكهربائي المنتج عن طريق مصادر الطاقة المتجددة فقط بأسعار أعلى من التيار العادي بمقدار 0.4 سنت للكيلو واط ساعة. يكلف إنتقال المستهلك من إستهلاك التيار الكهربائي المنتج عن طريق مصادر الطاقة المعتادة إلى التيار المنتج بواسطة الطاقة المتجددة فقط 2 يورو شهرياً. تمتلك الشركة محطة توليد للطاقة الكهربائية تعمل على إستهلاك الوقود الأحفوري وتستخدم الحرارة المنبعثة نتيجة عمليات الاحتراق في تسخين المياه التي تضخ بواسطة أنابيب لعدد كبير من

المنازل من اجل التدفئة. تستفيد الشركة من الطبيعة الجبلية المناسبة لتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق السدود المائية المقامة على البحيرات المائية المنتشرة بكثرة في منطقة الهارتز. تقع منطقة الهارتز بين ثلاث مقاطعات المائية جميعها مهمة بمصادر الطاقة المتجددة وتتوفر بها أعداد كبيرة من مولدات الطاقة الكهربائية التوربينية التي تعمل بطاقة الرياح (Harzenegie, 2009). تقوم هذه الشركة ليس فقط بتوفير الطاقة الكهربائية لمواطني المنطقة والمشاريع الاقتصادية فيها وانما أيضاً توفر الغاز الطبيعي المستورد والمياه الطبيعية العذبة للمستهلكين.

تمكنت المانيا خلال العقدین الأخيرین من التطور في إنتاج الطاقة عن طريق طاقة الرياح والطاقة الشمسية والكتلة الحيوية وبذلك تمكنت من رفع نسبة إستغلال الطاقة المتجددة بشكل كبير مما قلل من الانبعاثات الغازية بشكل كبير وملحوظ (جدول 16).

لعبت الحكومة الألمانية دوراً مؤثراً وهاماً في تحقيق نتائج مباشرة وسريعة تهدف إلى إيقاف أو تقليل التدهور البيئي الحاصل عالمياً من خلال القرارات التي إتخذها البرلمان الألماني في تبني سياسة بيئية مبرجة تحقق الأهداف التي وضعتها الدولة تطبيقاً لقرارات المنظمات الدولية والاتحاد الأوروبي. كان لوزارة البيئة الألمانية دوراً مهماً ومساعداً في تحقيق هذه الأهداف. من جانب آخر لعبت منظمات المجتمع المدني ومنظمات حماية البيئة والمواطنين وشركات القطاع الخاص والعام دوراً مهماً ومساعداً في تحقيق الأهداف التي رسمتها الدولة الألمانية في التقليل من الانبعاثات الغازية وبشكل خاص انبعاثات الغازات المسببة لظاهرة لإحتباس الحراري.



جدول 16. إنتاج ألمانيا من الطاقة الكهربائية عن طريق مصادر الطاقة المتجددة للأعوام 1990-2007. تقرير وزارة البيئة الألمانية في حزيران 2008 (BMU, 2009).

السنة	الطاقة المائية Gwh	طاقة الرياح Gwh	الكتلة الحيوية Gwh	الطاقة الشمسية Gwh	الجيو-حرارية Gwh	المجموع Gwh	نسبتها إلى الطاقة الكهربائية المنتجة
1990	17,000	40	1,422	1	0	18,463	3.4
1991	15,900	140	1,450	2	0	17,492	3.2
1992	18,600	230	1,545	3	0	20,378	3.8
1993	19,000	670	1,570	6	0	21,246	4.0
1994	20,200	940	1,870	8	0	23,018	4.3
1995	21,600	1,800	2,020	11	0	25,431	4.7
1996	18,800	2,200	2,203	16	0	23,219	4.2
1997	19,000	3,000	2,479	26	0	24,505	4.5
1998	19,000	4,489	3,392	32	0	26,913	4.8
1999	21,300	5,528	3,641	42	0	30,511	5.5
2000	936,24	7,550	4,129	64	0	36,679	6.6
2001	23,383	10,509	5,065	116	0	39,037	6.7
2002	23,824	15,786	5,962	188	0	45,760	7.8
2003	20,350	18,859	9,132	313	0	48,654	8.1
2004	21,000	25,509	10,463	557	0.2	57,529	9.5
2005	21,524	27,229	13,534	1,282	0.2	63,569	10.4
2006	20,000	30,710	19,139	2,200	0.4	72,069	11.7
2007	20,700	39,500	23,750	3,500	0.4	87,450	14.2

نلاحظ من جدول 16 ان ألمانيا إستطاعت إعتباراً من عام 1990 من مضاعفة نسبة مصادر الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية حتى وصلت الى أكثر من اربعة أضعاف في عام 2007. من جانب آخر لم تتمكن ألمانيا من تطوير قدراتها في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق السدود المائية وذلك بسبب محدودية إمكانيات التطور في هذا المجال. يعتمد تطوير انتاج الكهرباء على الطاقة المائية على كميات مياه الأمطار المخزونة والطبيعة الجغرافية للمنطقة والتي لم تتغير كثيراً خلال السنوات القليلة الماضية.

إستطاعت ألمانيا من خلال زيادة نسبة مصادر الطاقة المتجددة في كمية الطاقة الكلية المنتجة في ألمانيا من تقليل كميات إنبعاثاتها الغازية وبشكل خاص غاز ثنائي أكسيد الكربون. بلغت كمية غاز ثنائي أكسيد الكربون التي خفضتها ألمانيا من خلال التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة عام 2007 حوالي 115 مليون طن (جدول 17).

جدول 17. كميات غاز ثنائي أكسيد الكربون الموفرة عام 2007 في ألمانيا.  
(تقرير وزارة البيئة الألمانية في حزيران 2008، BMU, 2008).

مصدر الطاقة	التوفير في إنبعاث CO <sub>2</sub> (مليون طن)	النسبة المئوية
التيار الكهربائي		
الطاقة الكهرومائية	22,528	28.5
طاقة الرياح	34,046	43.1
الكتلة الحيوية	20,088	25.4
الطاقة الشمسية	2,392	3.0
الجيو-حرارية	0	0

المجموع	79,053	100
التدفئة		
الطاقة الحيوية	19,504	93.3
الطاقة الشمسية	0,857	4.1
الحيو حرارية	0,532	2.6
المجموع	20,893	100
الوقود الحيوي		
بيوديزل	12,117	80.7
الزيوت النباتية	2,389	15.9
بيو إيثانول	0,505	3.4
المجموع	15,011	100
المجموع الكلي	114,953	

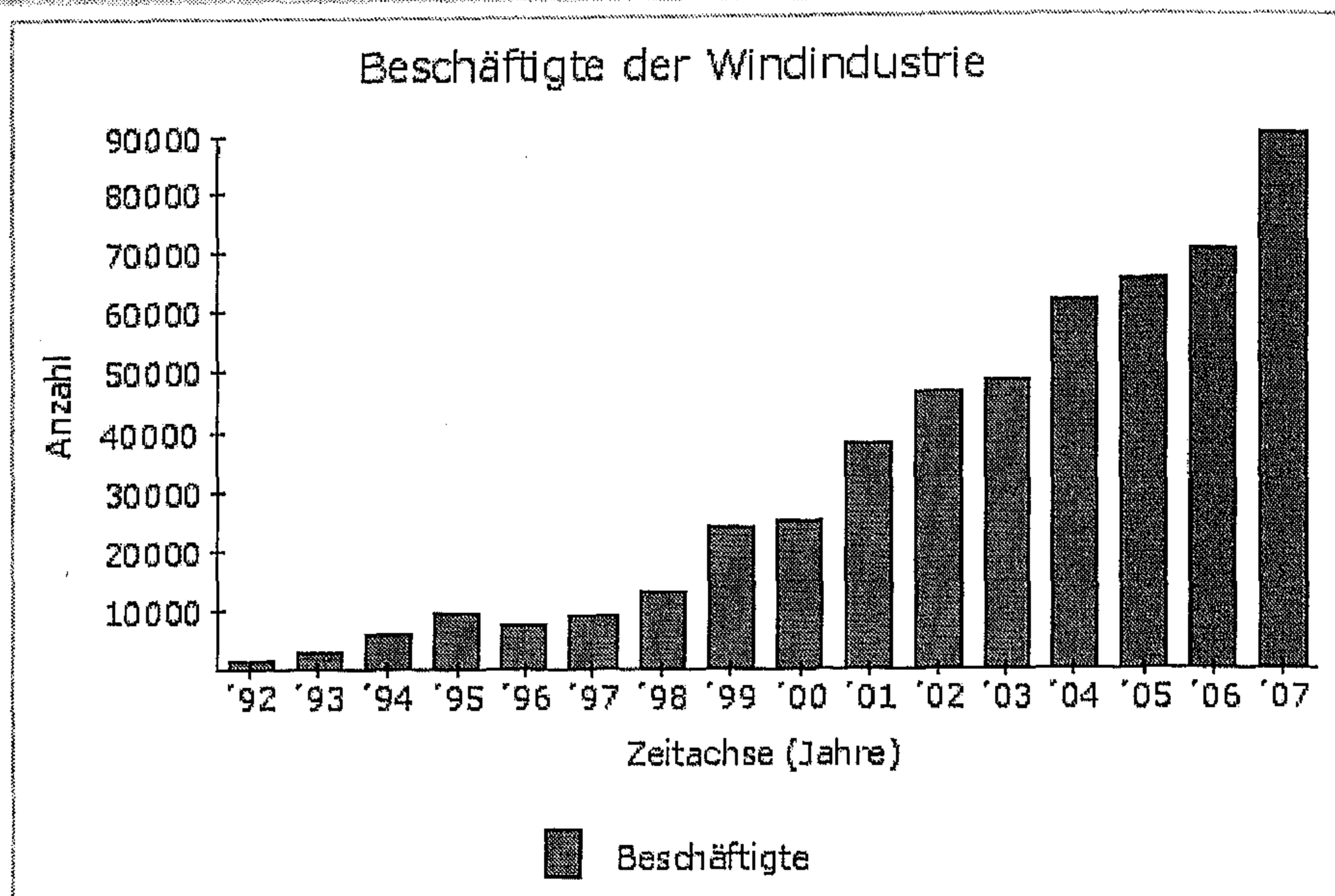
نلاحظ من جدول 17 إن ألمانيا إستطاعت ان تخفض كميات كبيرة من إنبعاثاتها الغازية بالإعتماد على إستخدام الطاقة المتجددة تمثل ذلك في مجال انتاج الطاقة الكهربائية والتدفئة واستخدام الوقود الحيوي كمصدر بديل للطاقة.

علاوة على كل ذلك تمكنت ألمانيا من تقليل إنبعاثاتها من غازات الميثان  $CH_4$  وثنائي أوكسيد النتروز  $N_2O$  وثنائي أوكسيد الكبريت  $SO_2$  وثنائي أوكسيد النتروجين  $NO_2$  وأول أوكسيد الكربون بمعدلات كبيرة وملحوظة. حيث إنخفضت إنبعاثات غاز الميثان من 1.514 مليون طن عام 1990 إلى 0.615 مليون طن عام 2006. فيما إنخفضت إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد النتروز من 25 ألف طن عام 1990 إلى 21 ألف طن عام 2006 أما غاز ثنائي أوكسيد الكبريت فقد إنخفضت إنبعاثاته من 5.262 مليون طن إلى 0.443 مليون طن لنفس الفترة في حين إنخفضت إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد النتروجين من 2.729 مليون طن إلى 1.215 مليون طن لنفس الفترة

المذكورة. في حين إنخفضت إنبعاثات غاز أول أوكسيد الكربون من 11.443 مليون طن إلى 3.431 مليون طن و ألغبار من 2.178 مليون طن إلى 0.077 مليون طن لنفس الفترة المذكورة (BMU, 2008).

تشير الأرقام المذكورة أعلاه إلى أن ألمانيا تمكنت خلال العقد المنصرم من تنفيذ إلتزاماتها وتعهداتها الدولية الخاصة بالتقليل من إنبعاثات الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري. علاوة على ذلك أقرت الحكومة الألمانية في السابع عشر من شهر ديسمبر عام 2008 استراتيجية التكيف مع التغير المناخي الحاصل تلك الاستراتيجية التي تدعوا إلى تحفيز حكومات الأقاليم، منظمات حماية البيئة، المنظمات الاجتماعية على لعب دوراً تكميلياً في التقليل من تأثيرات التغير المناخي الحاصلة في ألمانيا (BMU, 2008).

تعول ألمانيا كثيراً على مصادر الطاقة المتجددة في توفير الطاقة النظيفة لمواطنيها وبأسعار مناسبة. كما وتعتبر تكنولوجيا الطاقة المتجددة من المشاريع الإقتصادية المهمة التي تعول عليها ألمانيا كثيراً في زيادة صادراتها السنوية. تعتبر ألمانيا حالياً من أكثر الدول الصناعية تصديراً وإهتماماً بالطاقة المتجددة وذلك لإمتلاكها التكنولوجيا وتفوقها في المهارات العلمية والتقنية في هذا المجال الإقتصادي الحيوي. شغلت مشاريع الطاقة المتجددة حوالي 278 ألفاً من الأيدي العاملة في هذا المجال الإقتصادي الحيوي وتتطلع إلى تقليل أعداد العاطلين عن العمل من خلال زيادة التشغيل والإستثمار في مجال الطاقة المتجددة (شكل 10) (Unendlich-viel-energie, 2009).



شكل 10. عدد العاملين الألمان في مشروع إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق طاقة الرياح (Bwe, 2009).

يبين شكل 10 حجم التطور في تشغيل الأيدي العاملة في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق طاقة الرياح. هذا التطور في تشغيل الأيدي العاملة ينطبق أيضاً على مصادر الطاقة المتجددة الأخرى.

بلغت إستثمارات ألمانيا الداخلية في مجال مصادر الطاقة المتجددة للعام 2007 أكثر من 25 مليار أورو وبزيادة كبيرة عن السنوات السابقة وهذا يعكس حجم الاهتمام الذي توليه الحكومة الاتحادية الألمانية والشركات الألمانية العاملة في مجال الطاقة وتوفيرها بهذا المصدر الإقتصادي الجديد. تسعى ألمانيا إلى زيادة صادراتها من هذه التكنولوجيا إلى الدول الأخرى وهي تعمل على إيجاد أسواق جديدة لتصدير هذا النوع من السلع وتتطلع إلى أسواق الكثير من الدول ومنها الدول العربية (BMU, 2008).



تدعم الحكومة الألمانية ممثلاً بوزارة البيئة الألمانية مجموعة من مراكز الأبحاث العلمية التي تصدر الأبحاث والدراسات في مجال التوفير في إستهلاك الطاقة والتحول الى مصادر الطاقة المتجددة. ويعتبر المركز الألماني لأبحاث الهواء والفضاء الخارجي (Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt) والمركز الدولي لأبحاث الطاقة المتجددة (IFEED) من أبرز المراكز البحثية في هذا المجال.

### المركز الدولي لبحوث الطاقة المتجددة IFEED

يعد المركز الدولي لبحوث الطاقة المتجددة في ألمانيا IFEED من أبرز المراكز العلمية التي تهتم بموضوعة التقليل من إستهلاك الوقود الأحفوري والانتقال التدريجي الى إستخدام الطاقة المتجددة عالمياً. تأسس المركز عام 1999 في مدينة سيفرزهاوزن Sievershausen بالقرب من مدينة هانوفر الألمانية وهو يضم مجموعة من العلماء والمتخصصين بقضايا البيئة والطاقة. تتركز نشاطات المركز على اجراء البحوث والدراسات النظرية والميدانية في مجال الإستفادة من مصادر الطاقة المتجددة وتطبيقاتها باعتبارها بديل عملي ومضمون (طاقة أزلية، متوفرة بكثرة، غير ملوثة، رخيصة الثمن) للوقود الأحفوري. تتركز نشاطات المركز الأساسية في المجالات الآتية:

- إجراء البحوث والدراسات النظرية والميدانية في مجال إستغلال مصادر الطاقة المتجددة والمتمثلة بطاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة المائية والطاقة الجيوحرارية والكتلة الحيوية.
- تنظيم المؤتمرات المحلية والدولية الهادفة لتأهيل الكوادر العلمية في مجال التخلي عن الوقود الأحفوري والانتقال لمصادر الطاقة المتجددة.
- مساعدة سكان المناطق الريفية في البلدان النامية والفقيرة في مجال توفير الطاقة التي يحتاجونها بالإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة وبشكل خاص الطاقة الشمسية والكتلة الحيوية وذلك من خلال تطبيق طرق جديدة تهدف الى التوفير في إستهلاك الطاقة ومصادرها.

- المساعدة في تحسين الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية لسكان المناطق الريفية في البلدان النامية والفقيرة من خلال تطوير المعارف والقدرات في مجال إستغلال مصادر الطاقة المتجددة وعدم الإعتماد على الوقود الأحفوري كمصدر رئيسي للطاقة.
- إصدار ونشر وتعميم الكتب والبحوث والإصدارات التي تعني بالطاقة المتجددة وكيفية إستغلالها بالطريقة التي تؤدي الى توفير الطاقة وتقليل انبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون عالمياً.
- المساهمة البحثية في إقامة المشاريع التنموية الهادفة الى توفير الطاقة وبكميات كبيرة تمكن الدول وبشكل خاص الدول النامية والفقيرة من الإعتماد وبشكل كامل على مصادر الطاقة المتجددة والتخلي عن مصادر الطاقة غير المتجددة مستقبلاً.
- إستضافة باحثين وعلماء من مختلف البلدان في ألمانيا لتقديم بحوث ودراسات عن البيئة وإستغلال الطاقة المتجددة في بلدانهم في. والإستفادة من تجاربهم وخبراتهم في مجال إنجاز البحوث والدراسات العلمية والميدانية في مجال إستغلال الطاقة المتجددة.
- إقامة الدورات والندوات العلمية ودعوة الباحثين والعلماء من أبناء الدول النامية والفقيرة للدراسة في ألمانيا من أجل الإطلاع على الخبرة والتكنولوجيا الألمانية في مجال إستغلال الطاقة المتجددة.
- المساهمة في تنظيم ورش العمل والندوات للاكاديمين من أبناء الدول النامية والفقيرة في مجال إستغلال الطاقة المتجددة ومساعدتهم في تطبيقها عند عودتهم الى بلدانهم بعد إتمام الدراسة في ألمانيا.
- التعاون مع المنظمات الدولية المهتمة والمتخصصة بقضايا حماية البيئة والسكان مثل منظمة الأمم المتحدة UN ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO ونادي روما.

- التعاون مع الوزارات والمراكز البحثية الألمانية في مجال إستغلال الطاقة المتجددة مثل وزارة البيئة الألمانية والمركز الألماني لبحوث الهواء والفضاء الخارجي DLR .

### المشاريع التي شارك بها المركز

شارك المركز الدولي لبحوث الطاقة المتجددة في العديد من المشاريع المحلية والعالمية أهمها المشاريع التالية:

مشروع توفير الطاقة الكهربائية عن طريق بناء محطات توليد الطاقة الكهربائية عن طريق إستغلال الطاقة الشمسية في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. يهدف هذا المشروع الذي ترعاه وزارة البيئة الألمانية ويقوم بتنفيذه المركز الألماني لبحوث الهواء والفضاء الخارجي DLR الى توفير الطاقة الكهربائية لدول شمال أفريقيا وبقية دول الشرق الأوسط وأوروبا من خلال إستغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح المتوفرة في صحاري وشواطئ منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. يركز المشروع EU-MENA على ربط شبكة خطوط الكهرباء الأوروبية بمثلتها في شمال أفريقيا ومنطقة الشرق الأوسط عن طريق كل من تركيا وإسبانيا. يعتبر هذا المشروع من أهم المشاريع الاقتصادية - البيئية لمنطقة الشرق الأوسط والعالم والذي يهدف الى إستغلال الطاقة الشمسية الأزلية وغير القابلة للنفاذ كمصدر لإنتاج الطاقة الكهربائية. يوفر هذا المشروع عدد من المنافع الاقتصادية والبيئية لدول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تتمثل بالتالي :

1. توفير الكهرباء لدول المنطقة بأسعار مناسبة وتقليل الإعتماد على الوقود الأحفوري بإعتباره مصدر طاقة قابل للنفاذ.
2. توفير المياه العذبة وحل مشكلة نقص المياه التي تعاني منها دول المنطقة منذ عقود وإيقاف إستنزاف المياه الجوفية بأعتبارها مصادر مياه مهمة يجب الحفاظ عليها.
3. تطوير الزراعة من خلال توفير الطاقة الكهربائية ومصادر المياه العذبة الضرورية للإنتاج الزراعي والحيواني.

4. تحويل أجزاء من الصحراء الى واحات خضراء قابلة للاستغلال في مشاريع زراعية وصناعية.
5. تقليل انبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون والمساهمة في معالجة مشكلة الاحتباس الحراري وما تمخض عنها من تغير في مناخ الأرض.
6. تشغيل المزيد من الأيدي العاملة والمساهمة في إيجاد حلول لمشكلة البطالة في هذه البلدان.
7. دعم خطط التنمية الاجتماعية والاقتصادية في هذه البلدان ومعالجة مشكلة الفقر التي تعاني منها بعض بلدان المنطقة.

تؤكد هذه الدراسة على ان إستغلال حرارة الأشعة الشمسية الساقطة على مساحة قدرها حوالي 7000 كيلو متر مربع من المناطق الصحراوية تكفي لتوليد الطاقة الكهربائية لدول شمال أفريقيا والشرق الأوسط وتصدير الفائض من الطاقة الكهربائية الى الدول الاوربية. كما تؤكد هذه الدراسة على ان الإنسان رغم الزيادة المستمرة في عدد السكان والتطور الصناعي والزراعي المتواصل قادر على توفير احتياجاته من الطاقة وبسهولة تامة إذا إعتمد على الطاقة الشمسية فقط. إن النفط والغاز الطبيعي والفحم هي مصادر للطاقة غير متجددة قابلة للنفاذ إذا جرى أستنزافها بهذا الشكل المتزايد.

مشروع AQUA-CSP لتحلية المياه من خلال بناء محطات توليد للطاقة كهربائية تعمل بالطاقة الشمسية. تعاني غالبية بلدان شمال أفريقيا ومنطقة الشرق الأوسط من شحة كبيرة في المياه العذبة ناتجة عن موجة الجفاف الشديدة التي تمر بها المنطقة كنتيجة للتغير المناخي الذي يؤثر بشكل سلبى على هذه المنطقة من العالم. تعتمد بعض بعض بلدان المنطقة وبشكل خاص كل من السودان ومصر والعراق على مياه الأنهار التي تنبع من خارج هذه البلدان. من جانب آخر تعاني هذه البلدان من زيادة نسبة التلوث والملوحة في المياه السطحية مما يضعف إمكانية الإستفادة من المصادر المائية القليلة المتاحة. يهدف هذا المشروع الى تحقيق مجموعة من الأهداف أهمها :

1. توفير مياه الشرب العذبة للسكان في الكثير من الدول التي تعاني من نقص حاد في احتياطياتها المائية ومنها منطقة شبه الجزيرة العربية.
  2. توفير الطاقة الكهربائية اللازمة لتسيير العجلة الاقتصادية في هذه البلدان من مصادر الطاقة المتجددة والمتمثلة بالطاقة الشمسية.
  3. تقليل انبعاثات غازات الدفيئة المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري وتقليل التلوث الهوائي الناتج عن عمليات حرق الوقود الأحفوري في هذه البلدان.
  4. توفير فرص العمل المناسبة لسكان هذه المناطق والقضاء على البطالة.
- ساهم في إعداد هذه الدراسة علماء واساتذة جامعات يمثلون مجموعة من مراكز البحوث المتخصصة في الطاقة المتجددة وعدد من الجامعات في مختلف دول العالم بما فيها جامعات ومراكز بحوث المانية.
- نظم المركز الدولي لاجتاث الطاقة المتجددة IFEED خلال العام 2009 مجموعة من المؤتمرات التخصصية في إستغلال الطاقة المتجددة في البلدان النامية والفقيرة كان آخرها المؤتمر العلمي الذي نظمه المركز في الثاني والعشرين من اب 2009 في مدينة زيفرزهاوزن والذي عقد تحت عنوان أخطار النزاعات بسبب شحة المياه. حيث قدم مجموعة من الباحثين من المانيا واليمن والعراق والاردن وافغانستان محاضرات قيمة عن الأخطار التي تسببها مشاكل المياه عالمياً.



## المبحث الرابع

### تأثيرات التغيرات المناخية في الدول النامية والفقيرة

باتت مشكلة التغير المناخي من أكثر المشاكل البيئية في العالم التي تلاقى إهتماماً متزايداً من قبل المنظمات الدولية والحكومات والمنظمات البيئية ووسائل الإعلام ومراكز الأبحاث والمواطنين لما لهذه المشكلة من تأثيرات خطيرة ومدمرة للكثير من المجتمعات. تعتبر الدول النامية والفقيرة من أكثر الدول تضرراً بهذه الظاهرة ويعود السبب في ذلك كون حكومات هذه الدول لا تمتلك الإمكانيات الاقتصادية الكافية التي تحمي مواطنيها من تأثيرات هذه المشكلة المتنامية الخطورة عالمياً. أكد الأمين العام للأمم المتحدة السيد بان كي مون على [وجود تباين في تأثيرات التغير المناخي على كل من الدول الغنية (دول الشمال) والدول النامية (دول الجنوب) [الدول الغنية تمتلك الموارد والدراسة الفنية للتكيف مع آثار التغير المناخي] (بان كي مون، 2008).

حذر السيد جون هولمز وكيل الأمين العام للأمم المتحدة للشؤون الإنسانية في خطابه خلال الدورة الخامسة من مؤتمر معرض دبي الدولي للإغاثة والتطوير Medad من احتمال تزايد الطلب على المساعدات الإنسانية خلال العقد القادم بسبب التحديات الناجمة عن التغيرات المناخية. وأشار إلى إن عدد الكوارث التي شهدها العالم قد تضاعف من 200 حادثة إلى 400 حادثة سنوياً خلال العقد الماضي، وإن تسعة من كل عشرة منها مرتبطة بالمناخ.

تمتلك الدول الغنية إمكانيات إقتصادية، بنية تحتية، مراكز ووكالات للإغاثة، أنظمة للرعاية الاجتماعية والصحية، شركات تأمين متطورة تجعلها قادرة على التصدي للكوارث البيئية حين وقوعها في حين تفتقد الدول النامية والفقيرة لهذه الإمكانيات مما يجعلها عرضة لخسائر بشرية ومادية كبيرة أثناء وقوع الكوارث البيئية عليها. تواجه الدول النامية والفقيرة صعوبات كبيرة للوفاء بالتزاماتها للتخفيف من مخاطر التغيرات المناخية التي تواجهها كما وإن إمكانياتها الاقتصادية والتكنولوجية لا تساعد على توسيع قدراتها للتعامل مع التغيرات المناخية المفاجئة التي تواجهها

(Eriksen, 2007). تصنف البلدان الأفريقية والكثير من بلدان آسيا وأميركا اللاتينية من ضمن البلدان النامية والفقيرة، على الرغم محدودة إسهاماتها في ظاهرة الإحتباس الحراري إلا إنها من أكثر الدول التي تعاني من النتائج الكارثية للتغير المناخي ( Stern, 2006). تعتبر منطقة القرن الأفريقي والسودان في أفريقيا وبنغلاديش في آسيا من أكثر المناطق المعرضة لأخطار الجفاف والفيضانات المدمرة وتعاني شعوب هذه البلدان من تزايد نسبة الفقر بين سكانها ومن تزايد أخطار الكوارث البيئية التي تزيد من تفشي ظاهرة الفقر وتعيق خطط التنمية فيها.

تعاني الدول النامية والفقيرة من مشاكل بيئية معقدة ناتجة عن التغير الكبير الحاصل في المناخ العالمي تتمثل هذه المشاكل البيئية في توالي مواسم الجفاف والتصحر وتزايد عدد الأعاصير والفيضانات في الكثير من هذه الدول. عانت الغابات الإستوائية في أميركا الجنوبية خلال السنوات القليلة الماضية من تكرر مواسم الجفاف والذي أدى إلى موت الآلاف من الأشجار المعمرة. أكد أوليفر فيليبس Oliver Philips من جامعة ويلز إن الجفاف الذي أصاب غابات الأمزون في عام 2005 قلل كفاءة النباتات على إمتصاص غاز ثنائي أوكسيد الكربون من الغلاف الجوي مما تسبب في تقليل كميات الغاز الممتصة بحوالي خمسة مليارات طن (Salzburgernachrichten, 2009).

خلال الفترة ما بين 2000-2005 توسعت الغابات في شرق اسيا بمعدل 3.84 مليون هكتار سنوياً وفي أوروبا بمعدل 0.66 مليون هكتار سنوياً. بينما عانت أميركا الجنوبية من تناقص في مساحة غاباتها بمعدل 4.25 مليون هكتار سنوياً، أفريقيا بمعدل 4.04 مليون هكتار سنوياً، جنوب شرق أسيا بمعدل 2.85 مليون هكتار سنوياً. وكانت البرازيل وأندونيسيا والسودان وهي من الدول النامية والفقيرة أكبر المتضررين عالمياً من فقدان مساحات شاسعة من الغابات الإستوائية. بلغت مساحة الغابات المفقودة في تسعينيات القرن الماضي عالمياً 8.87 مليون هكتار سنوياً وبمعدل 0.22 % أما في الأعوام ما بين 2000-2005 م فقد بلغت 7.23 مليون هكتار سنوياً وبمعدل 0.18 % (جدول 18) (Bpb, 2009).

جدول 18. معدلات التغير في الغابات العالمية للسنوات من 1990-2005  
(Bpb, 2006).

النسبة المئوية	2005-2000 (ألف هكتار)	النسبة المئوية	2000-1990 (ألف هكتار)	المناطق
1.65	4,840	0.81	1,751	شرق آسيا
0.18	1,003	-0.14	-792	آسيا كاملتاً
0.07	661	0.09	877	أوروبا
0.92	54	0.65	46	الكاربي
0.03	14	0.08	34	جنوب و وسط آسيا
-0.01	-101		-17	أميركا الشمالية
-1.23	-285	-1.47	-380	وسط أميركا
-0.17	-356	-0.21	-448	الأوقيانوس
-0.98	-2,851	-0.83	-2,578	جنوب و جنوب شرق آسيا
-0.62	-4,040	-0.64	-4,375	أفريقيا كاملتاً
-0.73	-982	-0.72	-1,013	شمال أفريقيا
-0.48	-1,356	-0.56	-1,631	غرب ووسط أفريقيا
-0.74	-1,702	-0.71	-1,731	شرق وجنوب أفريقيا
-0.5	-4,251	-0.44	-3,802	أميركا الجنوبية
-0.18	-7,317	-0.22	-8,868	عالمياً

يتضح من جدول 18 إن البلدان النامية والفقيرة فقدت أجزاء كبيرة من حجم غاباتها أو غطائها النباتي وهي ثروات قومية وبيئية لا يمكن تعويضها بسهولة وخصوصاً على المستوى القريب. إن القطع المتزايد للأشجار للأغراض الصناعية وتحويل الغابات إلى مزارع لإنتاج المحاصيل مثل الذرة وفول الصويا أو مزارع لإنتاج الكتلة الحيوية أو مراعي للأبقار إضافة إلى فترات الجفاف الطويلة التي أصابت هذه المناطق بفعل تأثيرات ظاهرة الاحتباس الحراري هي من أهم الأسباب التي أدت إلى نقصان مساحات الغابات في الدول النامية والفقيرة. أدت موجات الجفاف المتتالية التي أصابت أفريقيا وأميركا الجنوبية وجنوب شرق آسيا إلى موت الأحراش والأشجار المعمرة كما وأدى إلى إنحسار المياه في الأنهار والمسطحات المائية. أن موجة الجفاف التي اجتاحت غابات الأمازون في عام 2005 ميلادية تسببت في موت الأشجار والأحراش وموت الأحياء المائية من أسماك وبرمائيات نتيجة انخفاض مستويات المياه في الأنهار. تأثر سكان منطقة الأمازون من موجة الجفاف الشديدة التي اجتاحت مناطقهم مما أدى إلى رحيلهم عن مناطق سكنهم ( Bund Klimaschutz, 2007).

تعد دول الكاريبي من أكثر الدول التي تعاني من مشكلة التغير المناخي لوقوعها في طريق مرور العواصف الإستوائية التي تتجه نحو دول أميركا الشمالية. كثيراً ما أصابت هذه الدول كوارث بيئية أدت إلى تدمير البنية التحتية لهذه البلدان. تعتبر دول الكاريبي من الدول الفقيرة والتي تمتاز بضعف الدخل القومي وتدني الدخل السنوي للمواطنين.

يعيش حوالي 44 ٪ من سكان أميركا اللاتينية والكاريبي تحت خط الفقر وهناك تمايز طبقي كبير بين سكان هذه البلدان. يؤدي عدم إنتظام سقوط الأمطار والمتمثلة في زيادة شدة الأمطار أو ندرتها إلى حدوث فيضانات، حالات من الجفاف المتلاحقة تؤثر سلباً على المستوى المعاشي للمواطنين وتزيد من التمايز الطبقي بين السكان (Germanwatch, 2009).

تعد قارة أفريقيا من أفقر قارات العالم حيث يعيش أكثر من 60 ٪ من سكان الموزمبيق، 70 ٪ من سكان جمهورية بنين تحت مستوى الفقر. يعيش معظم سكان القارة السوداء على الزراعة والتي تعتمد بشكل أساسي على مياه الأمطار. ليس لسكان هذه المناطق الفقيرة القدرة على حماية أنفسهم من أخطار الكوارث التي يسببها التغير المناخي مثل الجفاف والفيضانات. تراجعت زراعة محصول القطن والتي تمثل أهم صادرات جمهورية بنين نتيجة ندرة الأمطار أو عدم إنتظام نزولها الأمر الذي أدى إلى خسائر في المواسم الزراعية وإلى زيادة نسبة الفقر بين السكان، توفير الغذاء والمياه العذبة، توفير التعليم والعناية الطبية للسكان. أدت هذه الأسباب إلى زيادة الصراعات بين السكان على مصادر المياه والأراضي الزراعية وتسببت في هجرة الكثير منهم من الريف إلى المدن. أدى النقص الكبير في مصادر المياه خلال العقود الثلاثة الماضية في جمهورية النيجر والتي تعتبر أفقر دولة عالمياً إلى تهديد حياة ومستقبل أربعة ملايين مواطن. أما في بوركينا فاسو فقد كان الأمر مختلفاً جداً حيث أدى نزول الأمطار الشديدة إلى فيضانات أدت إلى موت المزارعين ونفوق المواشي، تفشي الأمراض الوبائية مثل الإسهال والملاريا بين السكان ( klima und gerechtigkeit, 2008).

أدت الأمطار الغزيرة التي ضربت موزمبيق مع بداية عام 2007 إلى وقوع فيضانات كبيرة تضرر منها حوالي 285 ألف شخص من جراء الدمار الذي أصاب البنية التحتية، إتلاف آلاف من الهكتارات من المحاصيل الزراعية. دمرت الأعاصير الشديدة والعواصف الإستوائية التي ضربت جزيرة مدغشقر المحاصيل الزراعية لأكثر من 200 ألف مزارع وكانت نسبة تلف المحاصيل الزراعية في بعض المناطق 80 ٪ ( FAO, 2008).

تعد دول منطقة القرن الأفريقي من أكثر المناطق تضرراً بالتغير المناخي حيث تعاني شعوب هذه الدول من الجفاف والجوع منذ أكثر من عشرة أعوام. يعاني أكثر من نصف مليون شخص من الجوع التامة ويعتمدون بشكل كلي على المساعدات الإنسانية في سد جوعهم. يعاني حوالي 11 مليون شخص في هذه المنطقة من نقص



في أحتياجاتهم الأساسية من الغذاء والماء بنسبة 60 %. حذرت منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة في يناير 2006 من سقوط أعداد كبيرة من الضحايا في كينيا بسبب المجاعة ونقص الغذاء (Mansour, 2006).

هناك مناطق في الصومال واثيوبيا وكينيا في منطقة القرن الأفريقي لم تسقط بها الأمطار منذ سنتين الأمر الذي أدى إلى موت قطعان المواشي بسبب عدم توفر الغذاء والمياه وقد أدى الجفاف إلى فقدان ملايين من السكان لمصادر عيشهم الأمر الذي أدى إلى نزوحهم إلى مناطق ودول أخرى تاركين مواطن عيشهم الأصلية (Totz, 2006).

بعد مواسم من الجفاف والقحط اجتاحت المنطقة الحدودية الواقعة بين الصومال وكينيا، مناطق في أثيوبيا موجة من الأمطار والأعاصير الشديدة أدت إلى وفاة أكثر من ألف شخص وتسببت في هجرة ورحيل مئات ألاف من مناطق سكناهم وعيشهم، هددت هذه الفيضانات حياة ومستقبل أكثر من 1.8 مليون مواطن في هذه المنطقة.

يبلغ عدد سكان الهند أكثر من مليون نسمة يعيش أكثر من نصفهم تحت خط الفقر. يواجه سكان شبه القارة الهندية مشاكل جمّة جراء تعرضهم للمشاكل البيئية وبشكل خاص إستفحال مشكلة التغير المناخي. ان تعرض هذه المنطقة من العالم لموجات من العواصف الإستوائية والفيضانات يهدد حياة ومستقبل الملايين من السكان ويزيد من فقرهم. تعرضت الهند إلى مجموعة من الفيضانات كان اخرها الإعصار اوريسا والفيضات التي رافقته والتي ادت إلى وفات أكثر من 2300 شخص غالبيتهم من الفقراء، تسبب الإعصار أيضاً في دمار كبير بالبنية التحتية في 16 ولاية من مجموع 29 ولاية هندية. أدى الإعصار إلى تضرر أكثر من 21 مليون مواطن (Spiegel, 2008).

رغم تجاوز عدد سكان الهند المليار نسمة إلا ان إطلاقها أو إنتاجها لغاز ثنائي أوكسيد الكربون وإسهاماتها في تفشي ظاهرة الإحتباس الحراري اقل بكثير من المانيا والتي يبلغ عدد سكانها 82 مليون شخص. تعتبر شبه القارة الهندية والمناطق المجاورة لها من أكثر المناطق تعرضاً للكوارث البيئية والمتمثلة بالأعاصير والفيضانات

والجفاف. أدى الإعصار نرجس Nargis الذي ضرب كل من الهند وسريلانكا وبنغلاديش وميانمار في 27 ابريل 2008 واستمر لمدة إسبوع إلى موت أكثر من 100 ألف مواطن، حطمت الرياح التي بلغت سرعتها 215 كم/ ساعة آلاف المنازل وخلفت دماراً كبيراً في البنية التحتية لهذه البلدان (Wikipedia, 2008). يؤدي تعرض الكثير من المناطق في آسيا إلى الكوارث البيئية مثل الفيضانات والجفاف إلى خسائر إقتصادية كبيرة تتمثل في انخفاض الإنتاج الزراعي والغذائي في هذه المناطق مما يؤثر بشكل كبير على حياة ومعيشة المواطنين وبشكل خاص صغار المزارعين والذين تتأثر مزروعاتهم بسبب الجفاف والفيضانات المدمرة.

تعرضت بنغلاديش خلال القرون الأربعة الماضية لحالات متكررة من الكوارث البيئية والمتمثلة بالأعاصير والفيضانات، كان أشدها الفيضانات التي تعرضت لها عامي 1970 و 2007. تسبب الإعصار الأخير والفيضانات التي رافقته إلى تضرر حوالي 6.7 مليون شخص وموت 3 آلاف مواطن. أدت الفيضانات في نفوق أكثر من 350 ألف رأس من الماشية، تضرر حوالي 551 ألف هكتار من الأراضي المزروعة وموت حوالي 92 ألف هكتار من المزارع. تتعرض بنغلاديش بشكل مستمر إلى الكوارث الطبيعية والتي يكون تأثيرها عادةً مدمراً بسبب انخفاض أراضيها ووقوعها في خليج البنغال الذي كثيراً ما تمر به العواصف الإستوائية. وبسبب الفقر الشديد الذي تعاني منه السكان فإن وقع هذه الكوارث عليهم يكون أشد (FAO, 2007).

يعيش أكثر من عشرة ملايين شخص في بنغلاديش في مناطق لا ترتفع أكثر من متر عن مستوى سطح البحر، لذلك تتأثر هذه المناطق كثيراً بالعواصف والفيضانات كما وان إرتفاع مستوى سطح مياه المحيطات بفعل التغير المناخي يشكل خطراً كبيراً على سكان هذه المناطق وبشكل خاص سكان المناطق الساحلية ( Omphalius, 2008). تعتبر بنغلاديش والباكستان من المناطق المكتظة بالسكان، تسبب الكوارث البيئية مثل الأعاصير والفيضانات مشاكل كبيرة للطبقة الفقيرة من السكان مما يدفعهم

للهجرة الى مناطق ودول أخرى الأمر الذي يؤثر سلباً على السلم الاجتماعي في هذه المناطق (Bauer, 2007).

### تأثيرات التغير المناخي في المنطقة العربية

تصنف الدول العربية على إنها دول نامية وبعضها تصنف ضمن دول العالم الفقيرة. تقع هذه الدول في مناطق جغرافية يسودها مناخ المناطق الجافة وشبه الجافة. تساهم الدول العربية بنسبة 4.2 % من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة عالمياً، تساهم المملكة العربية السعودية بأعلى نسبة بين الدول العربية تليها كلاً من مصر والجزائر. رغم المساهمة القليلة للدول العربية في الانبعاثات الغازية العالمية إلا ان المنطقة العربية هي من أكثر المناطق تأثراً بالتغير المناخي الذي يسود العالم. إرتفعت درجة حرارة الهواء في هذه المنطقة من 0.2-2 درجة مئوية خلال الفترة مابين 1970-2004 م (المدني،).

يؤدي التغير المناخي إلى إرتفاع في درجة الحرارة مما يجعل فصول الشتاء أقصر وفصول الصيف أسخن وأجف وأطول، زيادة ملحوظة في نسب التبخر والنتح النباتي. تمر المنطقة العربية حالياً بموجات من الكوارث الطبيعية أهمها الجفاف، التصحر، الأعاصير، الفيضانات المفاجئة. تتوفر في المنطقة العربية مصادر مياه محدودة غالبيتها مياه سطحية تنبع من خارج هذه الدول ( النيل، دجلة، الفرات). تمتلك كلاً من العراق والسودان ومصر أكبر موارد مائية عربياً مقدارها على التوالي 58.65.75 بليون متر مكعب سنوياً (جدول 19). بينما تعتبر الكويت من أفقر دول العالم مائياً حيث تبلغ مجموع مواردها المائية 0.02 بليون متر مكعب سنوياً. تتفاوت المعدلات السنوية للتساقطات بين بلدان المنطقة حيث تكون أعلاها في لبنان 600 مليمتراً سنوياً وأقلها في الكويت 121 مليمتراً سنوياً (المدني،).

تقدر المساحة الإجمالية للوطن العربي بحوالي 1402 مليون هكتار (أي ما يعادل حوالي 14 مليون كيلومتر مربع)، وهي تمثل حوالي 10.2 % من مساحة العالم. كما لا تتجاوز مساحة الأراضي القابلة للزراعة منها سوى 197 مليون هكتار وهو ما يعادل نسبة 14.1 % من المساحة الكلية للوطن العربي. وتشير الإحصائيات إلى أن

المساحة الزراعية الكلية في المنطقة العربية وصلت عام 2000 حوالي 70 مليون هكتار فقط، ويعني ذلك أن حوالي ثلثي الرقعة الأرضية القابلة للزراعة في الوطن العربي لا يزالان غير مستغلين، كما يعكس ذلك الطاقات الكامنة العربية للتوسع الأفقي في الأراضي المزروعة عندما تتوفر شروط ومقومات يفتقر إليها حالياً الواقع الزراعي العربي [الكحل، 2004]. رغم إرتفاع نسبة مساحة الوطن العربي ضمن المساحة الكلية للعالم إلا أن موارده المائية لا تمثل سوى 0.5% من الموارد المائية العذبة المتجددة عالمياً. إن حصة الفرد من المياه العذبة في المنطقة العربية سنوياً تعادل حوالي 1000 متر مكعب مقابل حوالي 7000 متر مكعب للفرد كمتوسط عالمي (الكحل، 2004).

جدول 19. توزيع مصادر المياه السطحية في الوطن العربي (التقرير الإقتصادي العربي الموحد، 2001).

المنطقة	النسبة المئوية للمياه السطحية
مصر والسودان و الصومال و جيبوتي	38.5
العراق وسوريا و الاردن و لبنان وفلسطين	37.0
دول المغرب العربي	19.7
اليمن ودول الخليج العربي	4.8

تعتبر شبه الجزيرة العربية من أفقر المناطق عالمياً بالمياه وهي تعتمد حالياً بشكل كبير على إستهلاك المياه الجوفية وعلى تحلية مياه البحر في الحصول على إحتياجاتها من المياه لمختلف الأغراض. تستنزف الكثير من دول منطقة الخليج العربي وبشكل خاص كل من المملكة العربية السعودية والكويت إحتياطياتها من المياه الجوفية مما يؤدي بالمستقبل القريب إلى حصول أزمة شديدة في المياه العذبة في هذه المنطقة. في ظل الأوضاع المائية الصعبة التي تعيشها المنطقة العربية بسبب زيادة كميات إستهلاك المياه نتيجة لتزايد عدد السكان، عدم الترشيح في الإستهلاك منزلياً وزراعياً، ورود نسبة

كبيرة من المياه العذبة للدول العربية من خارج أراضيها، زيادة نسبة التبخر في المياه السطحية بسبب إرتفاع درجات الحرارة يتوقع أن تصل حصة الفرد العربي من المياه العذبة في حدود عام 2025م حوالي 460 متر مكعب من المياه سنوياً<sup>(الكحل، 2004)</sup>.

إن التغير المناخي و الإحترار العالمي والنمو السكاني والحضري وشحة المياه وتدهور الأراضي الزراعية والتصحر والقدرات غير الوافية في إدارة النفايات وتدهور البيئة الساحلية والبحرية وتلوث الهواء هي من أهم التحديات البيئية التي تواجه البلدان العربية (طلبة، 2008).

تواجه الكثير من بلدان المنطقة شحة واضحة في الموارد المائية بسبب محدودية مواردها المائية المتجددة والتوسع السكاني وإنعدام التخطيط السكاني المبرمج. يلعب التغير المناخي وأرتفاع درجة الحرارة في المنطقة دوراً أساسياً في إنخفاض إحتياطات هذه الدول من المياه وزيادة ملوحتها. تتأثر نوعية المياه في المنطقة العربية بالتلوث البيئي والإستخدام المفرط للمياه العذبة في الزراعة وتردي نوعية المياه وزيادة نسبة الملوحة فيها. مرت الكثير من الدول العربية في العقود الأخيرة بموجات من الجفاف كانت نتيجتها زيادة التصحر وزحف الرمال إلى المناطق الزراعية والمدن. يرافق الجفاف والتصحر في بعض المناطق تزايد حالات التساقط المتطرف للأمطار في مناطق أخرى مما يؤدي إلى حدوث فيضانات شديدة كما حصل في سلطنة عمان أثناء إجتياح إعصار غونو لأراضيها في حزيران 2007. تعتمد شدة موجات الجفاف على طول فترة إنعدام تساقط الأمطار وإخفاظ معدلات تساقط الامطار في المواسم التي يفترض ان ينزل المطر فيها وتؤدي إلى خسائر إقتصادية كبيرة في المناطق الزراعية التي تروى بواسطة مياه الأمطار. تضررت الأراضي الزراعية في المنطقة العربية نتيجة إنخفاظ كمية الأمطار الناتج عن التغيرات المناخية التي تمر بها المنطقة (جدول 20).



جدول 20. الأراضي الزراعية في الوطن العربي بالآلف هكتار (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2000)

المعطيات	1991	1995	1998	1999	2000
أولا-المساحة الزراعية الكلية	58942	67301	66882	67131	70023
الأراضي المستديمة	5632	6492	6737	6961	7082
الأراضي الموسمية	53310	60809	60145	60170	62941
الزراعة المطرية	35037	35265	33009	10330	11063
الزراعة المروية	8998	10280	10663	10330	10063
الأراضي البور	9275	15264	15082	16831	18623
ثانياً - الغابات	64960	90013	93256	92127	100499
ثالثاً - المراعي	32413	35853	33753	34611	35039

يلاحظ من خلال الجدول أعلاه ان مساحة الأراضي المروية بمياه الأمطار قد تناقصت من 35.037 مليون هكتار عام 1991 إلى 10.036 مليون هكتار عام 2000 وهذا يعود بالتأكيد لتناقص معدلات الأمطار في المنطقة العربية الأمر الذي يعكس وبوضوح التأثيرات السلبية لظاهرة التغير المناخي على المنطقة العربية.

يمكن تلخيص أهم أسباب أزمة المياه في المنطقة العربية بالتالي:

1. زيادة النمو السكاني في المنطقة وما يصاحبه من زيادة في إستهلاك السكان للمياه وبشكل خاص في مجال الإنتاج الزراعي والحيواني.

2. زيادة نسب التلوث المائي والملوحة في المياه العذبة يجعلها غير صالحة للاستخدام البشري والزراعي مما يقلل من كمية المياه العذبة المتاحة للسكان.

3. تخلف وقدم نظم الري يجعلها تستهلك كميات كبيرة من المياه العذبة مما يقلل إحتياجات المنطقة برمتها من المياه العذبة (Bauer, 2005).

مرت المغرب خلال العقدین الأخيرین بعشر سنوات من الجفاف شملت ثلاث سنوات جفاف متتالية هي 1999-2001 (المدني،).

تعد جميع الدول العربية مهددة بيئياً نتيجة التغير المناخي وارتفاع معدلات درجات الحرارة فيها. تعاني دول الخليج العربي ودول شمال أفريقيا بشكل خاص من تفشي هذه الظاهرة ومن أخطارها على خطط التنمية المستدامة في هذه البلدان. سجلت درجات الحرارة إرتفاعاً ملحوظاً في الكويت في نهايات القرن الماضي بلغت أعلى درجة حرارة سجلتها دائرة الأرصاد الكويتية عام 1998 في الكويت 51.3 درجة مئوية. بينما بلغت أعلى درجة حرارة مسجلة بالكويت في القرن الحالي 53 درجة مئوية سجلت في منطقة مطربة شمال غرب مدينة الكويت عام 2008. أثرت قلة كميات الأمطار في المنطقة الرعوية في الصحراء الغربية العراقية وشمال شرق سوريا والأردن على دولة الكويت وتسببت في زيادة شدة العواصف الرملية التي تعاني منها الكويت والمناطق المحيطة بها (رمضان، 2009).

تعتمد سوريا بشكل كبير على زراعة الحبوب في منطقة الجزيرة شمال شرق وكانت سوريا تعتبر من الدول المصدرة للحبوب عالمياً. مرت سوريا خلال السنوات الأخيرة بموجات جفاف إظطرتها لاستيراد القمح لأول مرة عام 2008 بسبب مرورها بعامين متتاليين من الجفاف (موازيني، 2009).

تأتي السودان بالمرتبة الثانية عربياً بتوفر الموارد المائية لكنها تواجه نقصاً حاداً في كميات المياه العذبة في بعض المناطق الأمر الذي إنعكس سلباً على التنمية الاقتصادية والتعايش السلمي بين الأقوام والأثنيات التي تستوطن تلك المناطق. أدى تناقص معدلات تساقط الأمطار إلى إنتقال الحدود بين المنطقة شبه الصحراوية والصحراوية بحوالي 50-200 كيلو متر جنوباً مما يهدد هذه المناطق بزيادة معدلات التصحر. مر

السودان بعدة موجات من الجفاف في العقود الأخيرة أضرت بالأمن الغذائي وادت إلى نزوحات بشرية وكانت سبباً في نشوب نزاعات داخلية أهمها النزاع الدائر في منطقة دارفور في جنوب السودان.

هناك إرتباط وثيق بين تدهور الأراضي والتصحر والنزاع القائم في إقليم دارفور. أدى التدهور البيئي والنمو السكاني المتضاعف والتنافس على الأراضي الصالحة للزراعة والرعي الذي يمر به إقليم دارفور إلى إنهياراً اجتماعياً ساعد على نشوب حروب أهلية وحروب تطهير عرقي في إقليم دارفور كانت نتيجتها موت الآلاف من المواطنين الأبرياء ورحيل وهجرة الملايين من السكان من دارفور إلى مناطق أخرى. ليس من المصادفة أن يتزامن الصراع الدائر في دارفور حالياً مع الفترة التي ساد بها الجفاف وقلة الأمطار والتصحر في دارفور (تقويم يونيب، 2007).

منذ ثمانينات القرن الماضي تناقصت كميات الأمطار في جنوب السودان الأمر الذي قاد إلى نزاعات بين المجاميع السكانية على الأراضي الصالحة للزراعة والرعي. أدت هذه الصراعات والحروب الأهلية في جنوب السودان إلى مقتل 200 ألف مواطن سوداني وهجرة مليونين مواطن عن مناطقهم (Spiegel, 2007).

### الآخطار التي تواجه البلدان النامية والفقيرة بسبب التغير المناخي

تواجه البلدان النامية والفقيرة مجموعة من الأخطار والتحديات يقف على راسها مشكلة التغير المناخي التي تواجه العالم. حذر المنتدى العالمي للمياه والذي انعقد في يونيو 2006 في المكسيك من تزايد معدلات الكوارث الطبيعية في مختلف أنحاء الكرة الأرضية وإعتبرها من أهم التهديدات التي تواجه استمرار عمليات التنمية في العالم وخاصة في الدول الأكثر فقراً. أكد المؤتمر على أن المناطق الواقعة في الحزام الذي يربط قارة أفريقيا وجنوب آسيا والتي تضم أكثر من مليار شخص يعيشون بدون مياه نظيفة ستكون من أكثر المناطق تضرراً من الكوارث الناتجة عن التغيرات المناخية والمتمثلة بالجفاف وحرائق الغابات والفيضانات والتصحر والمجاعات وتفشي الفقر وتدهور التنوع البيولوجي (CNN-علوم وتكنولوجيا، 2006).

وتتمثل أهم الأخطار التي تواجه البلدان النامية والفقيرة بسبب التغير المناخي الآتي:

- زيادة الصعوبات الاقتصادية والسياسية والاجتماعية التي تواجه هذه البلدان التي تسعى إلى تطوير خطط للتنمية المستدامة فيها.
- تؤدي الكوارث البيئية مثل الجفاف وحرائق الغابات والفيضانات والأعاصير إلى هجرة المواطنين والسكان من مناطقهم إلى مناطق ودول أخرى في ظاهرة جديدة تدعى اللاجئين البيئيين مما يضيف أعباء إضافية على المهاجرين والدول المستقبلية لهم. يتجلى ذلك بشكل كبير في مناطق شرق أفريقيا مثل السودان وأثيوبيا التي تتأثر بشكل واسع بالتغيرات المناخية التي تسود هذه المناطق. كما وتعاني كل من الصين والهند وبنغلاديش من الهجرة الداخلية والخارجية بسبب التغيرات المناخية الناتجة عن ظاهرة الاحتباس الحراري (Bauer, 2007).
- تزيد الكوارث البيئية وبشكل خاص ظاهرتي الجفاف والتصحر من احتمالات نشوب نزاعات وحروب مناطقية او دولية على مصادر المياه والأراضي الزراعية والرعية.
- تواجه الكثير من البلدان الأفريقية والاسيوية ومنها الدول العربية ومنطقة القرن الأفريقي والهند وبنغلاديش نقصاً حاداً في المياه العذبة السطحية والجوفية بسبب تزايد حالات الجفاف الناتجة عن تناقص وعدم إنتظام سقوط الأمطار. يؤثر تناقص كميات المياه على النشاط الاقتصادي لهذه البلدان مما يعيق نمو خطط التنمية المستدامة والتي تحتاجها هذه الدول ومجتمعاتها. يؤدي نقص المياه وإنعدام تساقط الأمطار الى حدوث كوارث بيئية واجتماعية تتمثل بالمجاعات مما يزيد نسب الفقر في الكثير من البلدان النامية والفقيرة (Bauer, 2007).
- تؤدي الكوارث البيئية وبشكل خاص الفيضانات والأعاصير إلى إنتشار الأمراض الوبائية مثل الكوليرا والملاريا والإسهال بين السكان وبشكل خاص الشيوخ والأطفال. تؤدي هذه الأمراض إلى حصد أرواح الملايين من الأشخاص بسبب تدني مستوى الرعاية الصحية في البلدان الفقيرة. تؤكد

منظمة الصحة العالمية في تقريرها الصادر عام 2002 إلى موت حوالي 150 ألف شخص سنوياً نتيجة تزايد تأثيرات التغيرات المناخية معظمهم من سكان الدول النامية والفقيرة نتيجة أمراض الملاريا والإسهال المعوي وأمراض الدورة الدموية أو بسبب فقر الدم الناتج عن قلة الغذاء (WHO, 2002).

- تسبب الكوارث البيئية وبشكل خاص الجفاف والتصحر والفيضانات في بعض الأقاليم في نفوق مئات الآلاف من الماشية وإلى موت المحاصيل الزراعية مما يفاقم من إشتداد مشكلة الفقر التي تعاني منها الكثير من الدول الأفريقية والاسيوية. إرتفع عدد السكان الذين يعيشون تحت خط الفقر عالمياً إعتباراً من العام 1996 من 840 مليون نسمة إلى 854 مليون نسمة. يعيش حوالي 820 مليون نسمة تحت خط الفقر في البلدان النامية والفقيرة وحدها (Bals, 2007).
- يهدد إرتفاع سطح مياه المحيطات والبحار نتيجة ذوبان الثلوج في القطبين الشمالي والجنوبي وفي جزيرة ايسلاند وفي المناطق الجبلية في أوروبا واسيا سكان المناطق المنخفضة مثل دلتا النيل وخليج البنغال ومدينة البصرة بالعراق. تعتبر بنغلاديش والتي مرت بعدد كبير من الكوارث الطبيعية، من أكثر الدول تعرضاً للكوارث البيئية الخطيرة وذلك بسبب إنخفاض أراضيها وتأثرها الشديد بالعواصف والأعاصير المدارية والفيضانات.

### العراق والتغيرات المناخية

يعاني العراق إنخفاضاً ملحوظاً وكبيراً في موارده المائية بسبب إنخفاض مناسب مياه نهري دجلة والفرات وروافدهما في الأراضي العراقية وظاهرة الجفاف الحاد التي يعاني منها العراق والمنطقة منذ عقود مضت. تبلغ مساحة المسطحات المائية العراقية 1.921 مليون هكتار مربع تضم نهري دجلة والفرات وروافدهما والبحيرات، الأهوار والمياه الجوفية وتبلغ مخزونات العراق من المياه بمحدود 6 مليار متر مكعب. تبلغ مساحة البحيرات العراقية (الثرثار والرزازة و الحبانية) حوالي 373 ألف هكتار مربع إنخفضت إلى نحو النصف حالياً بسبب شحة المياه الواصلة للعراق والجفاف الذي يمر به العراق منذ سنوات وزيادة نسب التبخر الناتجة عن إرتفاع معدلات



درجات الحرارة بالعراق منذ منتصف القرن الماضي. تستوعب منطقة الأهوار العراقية وهي من أكبر النظم الإيكولوجية في المنطق 20 مليار متر مكعب من المياه تعرضت للتجفيف من قبل النظام الصدامي البائد حيث تراجعت مساحتها إلى 7 ٪ عام 2002 م. تبلغ كميات المياه العذبة المتاحة في العراق حوالي 77 مليار متر مكعب سنوياً منها حوالي 48 مليار متر مكعب من نهر دجلة وروافده، حوالي 29 مليار متر مكعب من نهر الفرات وتبلغ كمية المياه المستغلة بالعراق حوالي 25 مليار متر مكعب. إنخفضت مناسيب المياه المتدفقة في نهر دجلة من تركيا باتجاه الحدود العراقية بنسبة 60 ٪ نتيجة إقامة تركيا 104 من السدود والخزانات والتي تستوعب حوالي 138 مليار متر مكعب من المياه العذبة. أما مناسيب نهر الفرات الواصلة إلى العراق عبر سوريا فقد إنخفضت بنسبة 80 ٪ بسبب السدود والبحيرات التركية والسورية. أما الأنهار التي تتدفق من إيران وتصب في نهر دجلة في العراق مثل نهري الزاب الأسفل و نهر الكرخة فقد إنخفضت كميات المياه الواصلة فيها بنسبة 15-20 ٪. غيرت إيران مجري نهري سيروان و ألون بحيث لاتصل مياههما إلى الأراضي العراقية وحرمت العراق من مصدر مائي مهم يغذي نهر دجلة بينما قللت تدفق مياه نهر الكارون وهو من أهم الأنهار الذي تصب مياهه في شط العرب حيث كان نهر الكارون يزود شط العرب بحوالي 27 مليار متر مكعب سنوياً. يؤدي خسارة كل مليار متر مكعب سنوياً من مياه نهر الفرات مثلاً إلى نقصان 26 ألف دونم من الأراضي الزراعية وخسارة حوالي 40 ٪ من الأراضي الصالحة للزراعة بسبب تزايد معدلات الملوحة فيها (كبة، 2008).

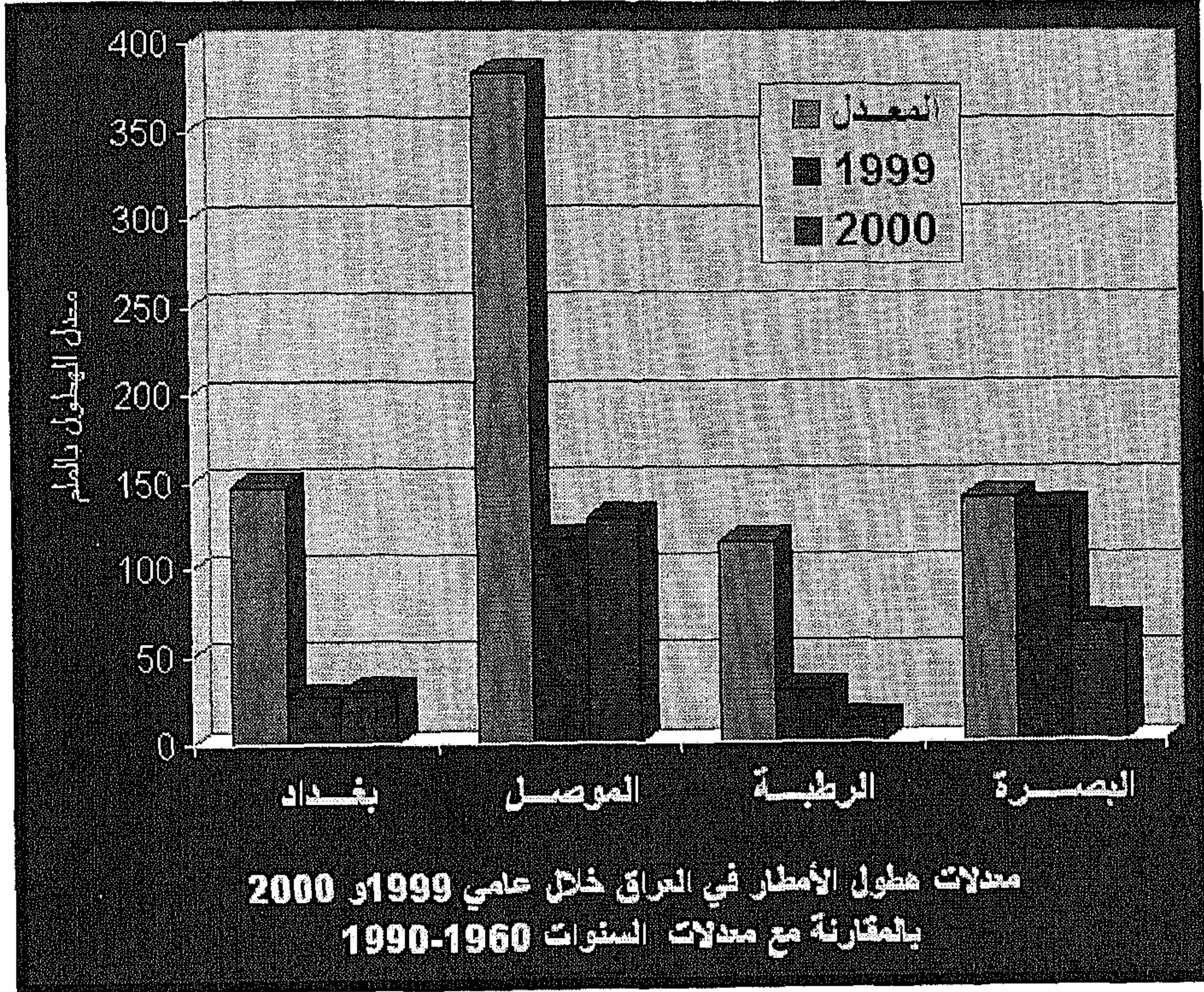
أدى الجفاف الذي يمر به العراق في العقود الخمسة الأخيرة وتقلص فترات وكميات هطول الأمطار وإرتفاع معدلات التبخر نتيجة ارتفاع درجات الحرارة إلى تضائل كميات المياه الجارية في الأنهر وجفاف الآبار والعيون. تسبب نقص كميات المياه وما رافقها من تصحر في نقصان المساحات الخضراء في المدن العراقية وتقليص الأحزمة الخضراء التي تحيط بها مما أثر وبشكل سلبي على البيئة في المدن وزاد من تفشي أمراض الجهاز التنفسي ( الربو و الحساسية) بين المواطنين. تسبب الجفاف في إنحسار بالغطاء النباتي في الكثير من المناطق العراقية وبشكل خاص المناطق الرعوية في

المنطقة الغربية من العراق الذي تسبب في زيادة نسبة الغبار في الهواء. تتعرض الكثير من المدن العراقية وبشكل خاص العاصمة بغداد إلى موجات من العواصف الترابية غالباً ما يكون سببها نقص الغطاء النباتي في الأرياف والمدن العراقية. تعتبر هذه الظاهرة إحدى نتائج التغير المناخي وما ينتج عنه من جفاف نتيجة قلة سقوط الأمطار وموت النباتات الصحراوية والأشجار المعمرة. تبلغ مساحة الأراضي الصحراوية والأراضي المهددة بالتصحّر حوالي 364 ألف كيلومتر مربع وتشكل نسبة 83٪ من إجمالي مساحة العراق بينما تمثل نسبة الغابات 4٪ من مساحة العراق و65٪ من مساحة إقليم كردستان العراقي. تعتبر الأراضي الواقعة في إقليم كردستان ومنطقة الجزيرة العراقية وحوضي نهري دجلة والفرات والدلتا الواقعة بينهما من أهم المناطق الزراعية العراقية والتي تأثرت كثيراً خلال العقود الأخيرة بسبب نقص كميات الأمطار الساقطة في العراق (كبة، 2008).

يعد العراق نموذجاً للدول النامية التي تأثرت كثيراً بظاهرة الاحتباس الحراري ويتمثل ذلك التأثير في ارتفاع معدلات درجات الحرارة في العراق منذ منتصف القرن الماضي حيث إرتفعت معدلات درجات الحرارة العظمى في بغداد من 22.9 درجة مئوية للسنوات 1941-1970 إلى 32.6 درجة مئوية عام 2000. من جانب آخر تناقصت معدلات هطول الأمطار في العراق بشكل مخيف عن معدلاتها السابقة والمسجلة للأعوام 1960-1990 إذ إنخفضت هذه المعدلات في جميع مناطق العراق، ففي بغداد مثلاً من حوالي 150 مليلتر إلى حوالي 25 مليلتر عام 2000، في الموصل من 375 مليلتر إلى 125 مليلتر، في الرطبة من حوالي 120 مليلتر إلى أقل من 25 مليلتر، في البصرة من حوالي 140 مليلتر إلى حوالي 65 مليلتر (شكل 11) (الأعمر، 2008).

أدى انخفاض كميات المياه في الأنهر والبحيرات العراقية وإرتفاع معدلات درجات الحرارة وما يرافقها من زيادة في معدلات التبخر المائي إلى زيادة معدلات الملوحة في المياه والأراضي العراقية الصالحة للزراعة الأمر الذي تسبب في موت المزروعات أو تقليل إنتاجية المحاصيل الحقلية. أثر ارتفاع معدلات درجة الحرارة

للمياه في العراق سلباً على الأحياء المائية وبشكل خاص الأسماك إذ يؤدي ذلك إلى انخفاض نسب غاز الأوكسجين الذائب في الماء (العمر، 2008).



شكل 11. تغير معدلات الأمطار بالعراق (العمر، 2008).

ساهمت ظاهرة الإحتباس الحراري وما نتج عنها من تغير في المناخ مع انخفاض مناسيب المياه المتدفقة من تركيا وسوريا وإيران في زيادة انخفاض مناسيب المياه في شط العرب مما ساعد في تدفق المياه من الخليج العربي باتجاه شط العرب الأمر الذي أدى إلى زيادة نسب الملوحة في المياه مما أثر سلباً على إستهلاك السكان للمياه العذبة وأيضاً على الثروة الزراعية مثل النخيل والفواكه والمحاصيل الحقلية في محافظة ألبصرة وبقية المحافظات الجنوبية العراقية وكذلك على تربية المواشي فيها. فاقمت مشكلة الجفاف في العراق تلوث المياه العراقية وبشكل خاص نهري دجلة والفرات

حيث يؤدي الجفاف ونقصان كمية الأمطار إضافة لزيادة معدلات التبخر نتيجة لارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة تركيز الملوثات والأملاح في الأنهر العراقية. يعتبر نهر الفرات أكثر الأنهر العراقية تلوثاً وذلك بسبب نقص كميات المياه التي تمر به وايضاً لانه يدخل إلى الأراضي العراقية بعد مروره بالأراضي السورية الأمر الذي يزيد في كمية الملوثات من أملاح، دقائق صلبة، ملوثات صناعية وزراعية مختلفة. بينما تقل نسبة الملوثات والأملاح في نهر دجلة بسبب وفرة مياهه أولاً ودخوله المباشر إلى العراق دون المرور بدولة أخرى (حنوش، 2004). تتركز الملوثات في المياه العراقية وتزداد نسبتها كثيراً في مدينة البصرة وذلك بسبب تصريف مياه المدن والقرى العراقية في مياه نهري دجلة والفرات. يعتبر شط العرب من الأنهار الأكثر تلوثاً في العراق وهذا ما أثر على حياة السكان وكذلك على الزراعة وتربية الحيوانات في محافظة البصرة. أدى التلوث ونقص كميات المياه إلى جعل مياه شط العرب وهو أكبر أنهار العراق من أكثر الأنهار تلوثاً في المنطقة. بلغ التلوث في نهر شط العرب حوالي 3000 جزء بالمليون وهو أكثر من التلوث المقرر عالمياً بحوالي 15 مرة، كما وتعتبر مياه شط العرب نتيجة لزيادة حدة التلوث فيه غير قابلة للإستهلاك البشري والحيواني (جدول 21) (كبة، 2008).

جدول 21. تركيز المواد الصلبة الذائبة والكبريتات والكلوريدات في مياه شط العرب (حنوش، 2004).

المادة	التركيز (ملغم/ كغم)	
	2002	2001
المواد الذائبة	2568.7	1592.8
SO <sub>4</sub>	388.3	465.5
Cl	1402	1215.3

ان مشكلة إنكماش الأراضي الزراعية في العراق تعتبر من أخطر المشاكل التي تهدد الزراعة والتربية الحيوانية ومعيشة الإنسان حيث أدى الجفاف وعوامل التعرية إلى انخفاض كبير في كميات الأراضي الزراعية والتي تضرر منها حوالي 46 %. أدى



إنخفاض معدلات الأمطار إلى 30 % في الاعوام 1998-2000 إلى مرور العراق بحالة من الجفاف الحاد أثرت بشكل سلبى على الزراعة والرعى وزادت من تأثير عمليات التعرية في التربة العراقية وخصوصاً في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية. تحتوي الطبقة العليا من قشرة الأراضي الجافة وشبه الجافة الرقيقة على نباتات عشبية وأشنيات وطحالب وفطريات وأنواع من البكتريا لا يمكن لها ان تنمو بدون توفر المياه والرطوبة. تقوم هذه النباتات العشبية والطحالب والاشنيات بحماية التربة الصحراوية من التعرية الهوائية والتفتت وتقلل من نسب الغبار الواصلة الى الهواء اثناء هبوب العواصف والرياح القوية (حنوش، 2004). تتأثر الكائنات الحية النباتية والحيوانية بالتغيرات المناخية كما ويتأثر النظام البيئي في المنطقة أثناء مرورها بتغير بيئي معين (Gian-Reto, 2007). هذا ما حصل فعلاً في العراق حيث تأثرت جميع مناطق العراق بدون إستثناء بالتغير المناخي الذي ألحق أضراراً بالنظام البيئي.

أدى الجفاف المتواصل الذي يمر به العراق إلى موت النباتات وتقلص الغطاء النباتي في كثير من المناطق العراقية وخصوصاً المناطق الغربية من البلد وهي مناطق صحراوية وشبه صحراوية تتأثر كثيراً بالجفاف الذي يمر به العراق الان. أثر هذا الجفاف على الزراعة وتربية المواشي في تلك المناطق الأمر الذي دفع الكثير منهم الى الهجرة الى المدن. يمر العراق سنوياً بين شهري ابريل وسبتمبر بموجات من العواصف الترابية التي تثير الغبار وتمنع الرؤيا في المدن العراقية يصل تأثيرها الى المناطق الشمالية من العراق وتتأثر بها مدن مثل كركوك واربيل والموصل. ادت العواصف الترابية التي اجتاحت العراق ومنطقة شبه الجزيرة العربية في بداية شهر تموز عام 2009 الى توقف حركة الطيران من وإلى العراق بسبب كميات الغبار الكبيرة الموجودة في الهواء كما وادت إلى زيادة حالات الإختناق لدى المواطنين وخصوصاً من يشكو من الربو منهم وادت الى موت عدد من المواطنين. اصبحت ظاهرة العواصف الترابية المتكررة ظاهرة مستفحلة تستدعي إيجاد حلول مناسبة لها تتمثل بزيادة الإهتمام بالتشجير وإحاطة المدن بحزام من الغطاء النباتي والأشجار يمنع او يقلل وصول الغبار الى المدن ويوقف زحف الصحراء باتجاه المناطق المأهولة بالسكان. يعتبر تزايد عدد وشدة العواصف الترابية مؤشراً مهماً لتزايد تأثيرات التغير المناخي الحاصل في المنطقة والمتمثل بإرتفاع



درجات الحرارة وإنعدام تساقط الأمطار وزيادة معدلات الجفاف والتصحر وغيرها من المشاكل البيئية التي تعاني منها المنطقة والعراق بشكل خاص.

تسبب الجفاف وقلة تساقط الأمطار وإنخفاض كميات المياه الواصلة للعراق من جيرانه على منطقة الأهوار في جنوب العراق حيث تأثرت هذه المحمية المائية الطبيعية كثيراً بهذه الظاهرة. إنعكس هذا الأمر على حياة السكان الذين يعتمدون بشكل دائم على الزراعة وتربية الحيوانات وصيد الأسماك. أدى الجفاف إلى إنخفاض مناسيب المياه في الأهوار وزيادة الملوحة في مياهها مما تسبب في عطش ونفوق المواشي وموت الأسماك. هدد التغير المناخي وما نتج عنه من جفاف في الأهوار حياة السكان في هذه المنطقة الأمر الذي إضطّر الكثير منهم إلى بيع مواشيهم والهجرة إلى المدن من أجل كسب لقمة العيش لهم ولعوائلهم.

لم تتحرك الحكومات العراقية المتعاقبة بشكل فعلي نحو إيجاد حلول مناسبة وطويلة الأمد لمشكلة نقص المياه، التصحر والجفاف في العراق. فلا زال نظام الري بالعراق يشكو الإهمال والزراعة متاخرة وتعتمد على طرق بدائية بالري كانت مستخدمة منذ العصور القديمة. تستخدم حوالي 92٪ من المياه العراقية للري بسبب استخدام اليات قديمة في الري تعتمد على إغراق الأرض بالمياه أثناء سقي المزروعات (حنوش، 2004). لم تعتمد الدولة بعد الإجراءات والتقنيات الحديثة في الري والتي تعتمد على طريقة التنقيط في سقي المزروعات من أجل التقليل في إستهلاك المياه. على الحكومة العراقية الحالية والحكومات التي ستليها أن تهتم بتفعيل الإتفاقيات الدولية المبرمة مع كل من تركيا وسوريا وإيران وأن تلزم هذه الدول بالمحافظة والإلتزام بحصة العراق من المياه المتفق عليها في هذه الإتفاقيات. يجب على الحكومات العراقية زيادة الإهتمام بالبيئة العراقية والتحرك السريع من أجل إيجاد حلول ناجعة للمشاكل التي تواجه البيئة العراقية وعلى رأسها مشاكل الجفاف والتصحر ونقص المياه. من جانب آخر هناك إسراف ملحوظ في إستهلاك المياه من قبل المواطنين في المجالين الزراعي والمنزلي، يتحمل المواطن مسؤولية كبيرة في تفشي مشكلة نقص المياه بالعراق وذلك بسبب تدني الوعي البيئي وعدم إهتمام الدولة بهذه

القضية المهمة. أثر الجفاف وما تسبب عنه من تضاؤل للغطاء النباتي واختفاء المناطق الطبيعية في العراق على حياة ووجود أعداد كثيرة من اللبائن والطيور التي تتواجد في مناطق كثيرة. أدى التلوث وارتفاع درجات الحرارة وقلّة المياه وزيادة التصحر والصيد الجائر إلى إنقراض وهجرة العديد من أنواع اللبائن التي كانت تستوطن العراق منها على سبيل المثال المها والماعز الجبلي وأنواع من الغزلان. كما تسبب تجفيف الأهوار العراقية وقلّة مناسيب المياه في بعضها إلى موت الغطاء النباتي في هذه المناطق وإنقراض الكثير من أنواع اللبائن وموت الملايين من الأسماك وهجرة الكثير من الطيور مما أثر سلباً على التوازن الحيوي الطبيعي في هذه المناطق (حنوش، 2004).

### إستغلال الطاقة الشمسية في العراق

يمتلك العراق مصدراً مهماً من مصادر الطاقة المتجددة يتمثل في الطاقة الشمسية مازالت غير مستثمرة بشكل جدي. يقع العراق جغرافياً ضمن المناطق الحارة والتي تتميز بطول ساعات السطوع الشمسي بها. تصل ساعات السطوع الشمسي في بعض الأشهر من السنة حوالي 12 ساعة يومياً. يمكن للعراق الاستفادة من طول مدة وقوة الإشعاع الشمسي في إنتاج الطاقة الكهربائية. تتوفر في العراق كل الشروط المثالية المطلوبة في إستغلال الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية لتسخين المياه. إن سطوع أشعة الشمس بمعدل 1800 كيلوواط-ساعة على المتر المربع الواحد يعتبر سطوعاً مناسباً لإنتاج الطاقة الحرارية والكهربائية في حين إن العراق ونتيجة لوقوعه في بقعة جغرافية مناسبة يصل مستوى السطوع الشمسي الطبيعي فيه حوالي 2000 كيلوواط-ساعة على المتر المربع الواحد. تمكنت الكثير من الدول الأوربية والتي تقل معدلات السطوع الشمسي فيها عن المعدلات في المنطقة العربية من إستغلال الطاقة الشمسية في الحصول على الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية للتدفئة وتعتبر ألمانيا وإسبانيا من أكثر هذه الدول إهتماماً بالطاقة الشمسية.

تقوم الدول الأوربية حالياً بدراسة مشروع الحصول على الطاقة الكهربائية عن طريق بناء محطات لتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة الطاقة الشمسية في شمال أفريقيا ومنطقة الشرق الأوسط. تهدف الدول الأوربية من المشروع الحصول على 15٪ من

الطاقة الكهربائية التي تحتاجها بحلول عام 2050 عن طريق بناء هذه المحطات. تشير معلومات المركز الألماني لأبحاث الفضاء المأخوذة عن تحليل معلومات الأقمار الصناعية ان مساحة حوالي 6000 كيلومتر مربع في الصحراء تكفي لتوفير الكهرباء لدول شمال أفريقيا والشرق الأوسط إضافة للدول الأوربية. توفر كل محطة توليد للطاقة تعمل بالطاقة الشمسية حوالي 100 GW في حين ينتج سد أسوان في مصر 3 GW (El Bassam, 2009). تؤكد برتش (2009) إن إستغلال الطاقة الشمسية المتوفرة في الصحراء يمكن لها ان تنتج ثلاثة أضعاف الطاقة الكهربائية المنتجة بواسطة جميع المفاعلات النووية الموجودة عالمياً. كما ويؤدي الإنتقال الى الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة المتجددة في محطات توليد الطاقة الكهربائية سنوياً الى توفير حوالي 4.7 مليار طن من غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنبعثة للغلاف الجوي عالمياً وهذا يمثل ستة أضعاف كميات الغاز المنطلقة في ألمانيا عام 2008. تعتبر محطات توليد الطاقة الكهربائية بالطاقة الشمسية على المستوى البعيد أرخص إقتصادياً وانظف بيئياً من مثيلاتها التي تستهلك الوقود الأحفوري او الوقود النووي (Pritsch, 2009).

يمكن للعراق وبقية البلدان العربية في اسيا وأفريقيا الاعتماد على الطاقة الشمسية كبديل مناسب ورخيص للوقود الأحفوري وذلك لتوفر هذا النوع من الطاقة في كل فصول السنة (جدول 22).

يعتمد العراق حالياً على محطات لتوليد الطاقة الكهربائية (محطات كهروحرارية) قديمة تعمل بواسطة حرق الوقود الأحفوري والمتمثل بالغاز الطبيعي والنفط. يحتاج العراق حالياً وفي المستقبل القريب إلى بناء محطات توليد للطاقة الكهربائية لسد النقص الحاصل في التيار الكهربائي اللازم لتدوير عجلة الصناعة وللاستهلاك المنزلي.

جدول 22. السطوع الشمسي في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (اليوسفي،  
2007)

البلد	الطاقة الحرارية الشمسية سطوع طبيعي مباشر (كيلوواط-ساعة-م مربع-يوم)	النظم الفوتوفولتية سطوع أفقي عالمي (كيلوواط-ساعة-م مكعب-يوم)
العراق	2000	2050
البحرين	2050	2160
الأردن	2700	2310
الكويت	2100	1900
لبنان	2000	1920
عمان	2000	2050
قطر	2000	2140
السعودية	2500	2130
سورية	2200	2380
الإمارات	2200	2120
اليمن	2200	2250
الجزائر	2700	1970
مصر	2800	2450
ليبيا	2700	1940
المغرب	2600	2000
تونس	2400	1980

من جانب اخر يعاني العراق من مشكلة زيادة الملوحة في مياه الأنهر العراقية وبشكل خاص نهري الفرات و شط العرب وان المياه العذبة في بعض المناطق وخصوصاً في محافظتي البصرة والناصرية غير صالحة للاستخدام البشري والزراعي. يستطيع العراق بالإعتماد على الطاقة الشمسية في بناء محطات كهروحرارية تعمل بالطاقة الشمسية من تحقيق مجموعة من الأهداف الاقتصادية والبيئية المهمة منها،

1. توفير الطاقة الكهربائية دون الإعتماد على الوقود الأحفوري والذي يعتبر من أهم مصادر الدخل القومي العراقي.

2. تحلية المياه واعادة إستهلاكها في المجالات الزراعية والبشرية في المناطق التي ترتفع بها نسبة الأملاح.

3. خفض الانبعاثات الغازية المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري والغازات الأخرى الملوثة للهواء.

يؤدي الإعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة في محطات تحلية المياه بالتناضح العكسي وتوليد الطاقة الكهربائية إلى تخفيض نسب الغازات المتحررة إلى الغلاف الجوي وبشكل خاص غاز ثنائي أوكسيد الكربون وأكاسيد النتروجين. من جانب آخر يؤدي الإعتماد على الطاقة الشمسية في تشغيل المحطات المشتركة لتحلية المياه وإنتاج التيار الكهربائي إلى توفير كبير بالوقود الإحفوري المستخدم بالمحطة يصل إلى 138.9 طن-ميغا واط-سنة (الربيعي، 2006).

يتوجب على العراق في المستقبل التوقيع والإلتزام بالمعاهدات الدولية الخاصة بتخفيض إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون وهذا يعني إن على العراق أبدأ إهتمام أكبر بمصادر الطاقة المتجددة كبديل مستقبلي ودائمي مهم للوقود الإحفوري. تعتمد عملية توليد الطاقة الكهربائية بهذه الطريقة على تركيز الأشعة الشمسية الساقطة على المرايا العاكسة وتجميعها في بؤر من خلايا الألواح الشمسية للحصول على درجة حرارة عالية يستفاد منها في تسخين المياه وبيخيرها. تزود المرايا العاكسة بجهاز إدارة وتوجيه يعمل على تحريك هذه المرايا باتجاه الشمس وأشعتها لزيادة كفاءة الإستقبال والتجميع للأشعة الشمسية. يقوم البخار بتدوير التوربينات البخارية المولدة للتيار



الكهربائي، يبرد بخار الماء ويكثف للحصول على مياه خالية من الأملاح يمكن استخدامها في مجالات الإستخدام المختلفة. تعتبر هذه الطريقة من أهم طرق توليد الطاقة الكهربائية الحديثة والتي تعتمد على الطاقة المتجددة وتقلل من إستهلاك الوقود الأحفوري.

### الدول النامية والطاقة المتجددة

تعتبر الدول النامية والفقيرة من أكثر البلدان استهلاكاً للكتلة الحيوية كمصدر للطاقة. كانت الكتلة الحيوية المصدر الرئيسي للطاقة عند الإنسان منذ الأزمان البعيدة ولا تزال تشكل جزءاً بالغ الأهمية في تلبية احتياجات الكثير من الشعوب والبلدان في كل من آسيا وأفريقيا وأميركا اللاتينية. تشكل الكتلة الحيوية 65% من الطاقة المستهلكة في أفريقيا، 50% في الهند، 40% في أميركا الجنوبية. أما في المنطقة العربية فتشير التقديرات أن 50 مليون مواطن يعتمدون بشكل كامل على هذا الكتلة الحيوية في توفير الطاقة في مختلف مجالات الإستهلاك (علي، 2006). إستطاعت بعض البلدان النامية من تطوير إمكانياتها في التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة والمتمثلة بالكتلة الحيوية. تعتبر البرازيل من الدول المتقدمة في هذا المجال حيث إستطاعت أن تستثمر هذا المصدر المتجدد للطاقة في مجال النقل. تستهلك 40% من العربات في البرازيل الإيثانول 100% كوقود بينما تستهلك 60% من العربات مزيج يتكون من 22% إيثانول و 78% بنزين (دنجر، 2009).

لأزالت الكثير من الدول النامية ومنها الدول العربية تعتمد بشكل واسع على الوقود الأحفوري كمصدر أساسي لتوفير الطاقة وذلك بسبب ضعف الإهتمام بمصادر الطاقة المتجددة والتي هي متوفرة أصلاً في الكثير من هذه البلدان وعدم توفر التكنولوجيا المناسبة واللازمة لتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق امتلاك مفاعلات النووية للإستخدام السلمي. يعتبر الوقود الأحفوري من مصادر الطاقة غير المتجددة وهو مصدر للطاقة قابل للنفاذ إذا جرى إستنزافه بهذه الطريقة (جدول 23).

يعتبر إستهلاك الفرد للطاقة في منطقة الخليج العربي وبشكل خاص المملكة العربية السعودية والكويت ودولة الإمارات العربية المتحدة الأعلى عالمياً. أدى توفر

النفط في منطقة الشرق الاوسط إلى إعتمااد دول هذه المنطقة على المنتجات النفطية بشكل أساسي في الحصول على الطاقة المطلوبة.

جدول 23. إحتياطيات العالم من الوقود الإحفوري بالمليار طن (Politik und Unterricht, 2008).

نوع الوقود	الإحتياطي (مليار طن)	الإستهلاك السنوي (مليار طن)	المدة المتوقعة للنفاد (سنة)
الغاز الطبيعي	205	3.4	60
النفط	216	5.4	40
الفحم الحجري	783	4.0	196

يبين جدول 23 إن إلاحتياطي العالمي من الوقود الإحفوري بكل أنواعه قابل للنفاد خلال فترة قصيرة إذا جرى إستنزافه بهذه المعدلات المتصاعدة. يتزايد مع النمو السكاني العالمي الحاجة الى الطاقة مما يؤدي بالمستقبل الى زيادة ملحوظة في إستهلاك الوقود الإحفوري مما سيؤدي ربما الى نفاذه في فترات قياسية. تدفع الحاجة المتنامية لاستهلاك الطاقة الكثير من البلدان وخصوصاً الصناعية منها الى البحث عن وسائل أرخص وانظف وأكثر ديمومة في توفير الطاقة المطلوبة مستقبلاً. لذلك بدأت الكثير من الدول باجراء البحوث والدراسات العلمية الهادفة لحل هذه المعضلة. وقد ركزت الكثير من الدراسات على مصادر الطاقة المتجددة باعتبارها البديل الأرخص والأنظف والدائم للوقود الإحفوري.

لم تنتبه الكثير من الدول النامية لأهمية الإنتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة إلا مؤخراً وهي مازالت تعتمد على الدول الصناعية العظمى بالحصول على التكنولوجيا المناسبة التي تساعدها في إستهلاك مصادر الطاقة المتجددة وبشكل خاص الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. ان توفر الإشعاع الشمسي في الكثير من الدول النامية والفقيرة يجعلها قادرة وبشكل سهل على إستغلال هذه الطاقة الأزلية واعتبارها بديلاً مهماً للوقود الإحفوري القابل للنفاد. تستهلك الدول النامية والفقيرة الوقود

الإحفوري لتوفير نسبة عالية من إحتياجاتها من الطاقة الكهربائية في حين يمكن لهذه الدول إذا توفرت التكنولوجيا المطلوبة من إستغلال الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة الكهرومائية في توفير كامل للطاقة المطلوبة ودون الحاجة لاستهلاك الوقود الإحفوري. يجب على الدول النامية والفقيرة ان تتحول وبشكل سريع الى المصادر الأنفة الذكر وذلك لانها لا تحتاج إلى تكنولوجيا متطورة وغالية الثمن كما هو الحال بالنسبة للطاقة النووية. توفر عملية الإنتقال من الوقود الإحفوري كمصدر للطاقة إلى مصادر الطاقة المتجددة للدول النامية والفقيرة مبالغ كبيرة من الأموال يمكن ان تستغل في برامج التنمية والتنمية المستدامة في هذه البلدان. من جانب آخر تقلل هذه الطريقة من معدلات تلوث الهواء العالية في هذه البلدان ومن إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون مما يؤدي مستقبلاً إلى المساهمة في تقليل التأثيرات السلبية لظاهرة الإحتباس الحراري وما تمخض عنها من تغير في مناخ المنطقة كان له دوراً سلبياً على البيئة فيها. تعاني الكثير من البلدان النامية ومنها العراق ومصر وسوريا مثلاً من نقص واضح في الطاقة الكهربائية ويمكن لهذه الدول إذا توجهت لإستغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في مشاريع كبيرة ان تغطي كامل إحتياجاتها من الطاقة الكهربائية وتحل أزمة كبيرة وحادة في الطاقة الكهربائية يعاني منها سكان هذه البلدان. فعلى سبيل المثال تحتاج دول مجلس التعاون الخليجي الى 77044 ميجاواط من الطاقة الكهربائية سنوياً. يمكن توفير هذه الكمية من الطاقة الكهربائية عن طريق نصب حوالي 13 الف توبينة تستهلك طاقة الرياح (تنتج التوربينة الواحدة 6 ميجاواط). أو إستغلال 3.5 من أراضي البحرين ، 0.1 من أراضي كل من السعودية والامارات، 0.5 من أراضي الكويت، 0.2 من أراضي عمان في إنتاج الطاقة الكهربائية بإستغلال الطاقة الشمسية (الناصر، 2009). توجهت بعض البلدان النامية ومنها كل من مصر ودولة الإمارات العربية المتحدة الى توفير جزء من إحتياجاتها للطاقة عن طريق إستغلال الطاقة الشمسية وهناك برامج في بعض البلدان مثل العراق وسوريا تهدف إلى استغلال الطاقة الشمسية والمائية بشكل أكبر في توليد الطاقة الكهربائية. تستطيع الدول العربية وخصوصاً دول شبه الجزيرة العربية من إدخار طاقتها الإحفورية وتصديرها للسوق العالمية إذا إعتمدت على مصادر الطاقة

المتجددة في توفير الطاقة المطلوبة. كما وان هذه الدول قادرة إذا تحولت لمصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية و طاقة الرياح) على تصدير الفائض من الطاقة الكهربائية المنتجة الى مناطق أخرى في العالم (تريب، 2009). يتراوح المجموع السنوي للاشعاع الشمسي في هذه المنطقة حوالي 2000 – 2300 كيلوواط ساعي-متر مربع-سنة. يمكن لكل كيلومتر مربع من الاراضي الصحراوية إنتاج حوالي 250 جيجاواط ساعي سنوياً من الطاقة الكهربائية التي يمكن أستخدامها في تغذية شبكة الكهرباء في المنطقة. كما ويمكن إستهلاك هذه الطاقة في تحلية مياه البحر للحصول على المياه الصالحة للشرب والتي تعاني هذه البلدان شحة كبيرة فيها. حيث يمكن تحلية 60 مليون متر مكعب من مياه البحر بإستغلال الطاقة الشمسية كمصدر للوقود في محطات أنتاج الطاقة الكهربائية وتحلية المياه (المحطات الكهروحرارية) (تريب، 2009).

### مدينة مصدر الخالية من الوقود الأحفوري: تجربة دولة الإمارات العربية المتحدة في إستغلال الطاقة المتجددة

دولة الإمارات العربية المتحدة هي من الدول المصدرة للنفط، أبدت في السنوات القليلة الماضية إهتماماً ملحوظاً بالطاقة المتجددة باعتبارها بديلاً مهماً للوقود الأحفوري القابل للنفاذ. تحاول دولة الإمارات العربية المتحدة الإستفادة من الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق إنشاء مشاريع تقلل من إستهلاك الوقود الأحفوري وما يترتب على حرقه من إطلاق كميات كبيرة من الغازات الضارة بما فيها غاز ثنائي أوكسيد الكربون الذي يعتبر من أهم غازات الاحتباس الحراري. شرعت هذه الدولة في عام 2006 ببناء مدينة جديدة تدعى مدينة مصدر تقع بالقرب من مطار ابو ظبي الدولي وتبعد حوالي 17 كم عن مدينة ابو ظبي. تقع مدينة مصدر على مساحة 6 كم مربع ويسكنها حوالي 50 ألف مواطن إضافة لوجود حوالي 1500 شركة تعمل في المدينة. يتم الإستفادة في هذا المشروع من الطاقة الشمسية باعتبارها أهم مصادر الطاقة المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية وذلك باستغلال سطوح المباني والأراضي بتثبيت الألواح الشمسية الكهروضوئية، تتمكن

مدينة مصدر من إنتاج حوالي 130 ميغاواط من التيار الكهربائي. من جانب آخر يحتوي المشروع على محطة لتحلية مياه البحر تعمل بالطاقة الشمسية يوفر المياه العذبة لسكان المدينة. تستغل الرياح خارج المدينة عن طريق تثبيت توربينات طواحين الهواء التي تنتج حوالي 20 ميغاواط في إنتاج الطاقة الكهربائية اللازمة أثناء الليل. تروى حدائق ومزارع المدينة من المياه العادمة بعد معالجتها في محطة معالجة المياه العادمة في المدينة. تستخدم النفايات البيولوجية في الحصول على التربة والأسمدة العضوية الضرورية للزراعة، أما النفايات الأخرى ومنها النفايات البلاستيكية فسيتم إعادة تدويرها وإستخدامها في مجالات أخرى. تبلغ تكلفة المشروع حوالي 22 مليار دولار أمريكي وقد إنتهت المرحلة الأولى للمشروع في بداية العام الحالي 2009م (سعد، 2008). تعتبر مدينة مصدر هي الأنظف والأكثر تطوراً عالمياً وقد أختيرت كمقر للامانة العامة للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (أيرينا) تقديراً للإهتمام الذي أبدته دولة الإمارات العربية المتحدة بالطاقة المتجددة باعتبارها بديل نظيف للوقود الأحفوري والذي يتوفر بكميات كبيرة في هذه الدولة. إن إهتمام هذه الدولة بالطاقة المتجددة يبين ضرورة الإعتماد على مصادر جديدة ونظيفة للطاقة كبديل للوقود الأحفوري الذي يتوفر بكميات محدودة قابلة للنفاذ في القريب العاجل.

### التغير المناخي وحروب المياه

أدت ظاهرة الإحتباس الحراري وما تمخض عنها من تغير في مناخ كوكب الأرض إلى نقص حاد في كميات المياه العذبة في الكثير من مناطق العالم وخصوصاً في الدول النامية والفقيرة. كان للتغير الحاصل في مناخ الكرة الأرضية دوراً مهماً في عدم إنتظام معدلات سقوط الأمطار في الكثير من مناطق العالم حيث إزدادت كميات الأمطار في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية مقابل إنخفاض ملحوظ في سقوط الأمطار في الجزء الجنوبي منها. يستهلك الإنسان حوالي ثلاثة أرباع كميات المياه العذبة في مجال الزراعة وسقي الحيوانات. هنالك مجموعة من العوامل تلعب دوراً مهماً في تناقص كميات المياه العذبة عالمياً هي:



1. تزايد الحاجة للمياه العذبة في النشاطات الزراعية وتربية الحيوانات من أجل توفير الغذاء الكافي من المنتجات الغذائية النباتية والحيوانية للمليارات من البشر الذين يعيشون في مختلف بلدان العالم.
  2. تزايد الطلب على المياه العذبة في البلدان النامية والفقيرة نتيجة الزيادة الكبيرة في تعداد السكان في هذه البلدان. تركز أعداد كبيرة من السكان في المدن الكبيرة مثل القاهرة وبومباي وجاكرتا وسان باولو حيث يعيش حوالي ثلثي سكان الكرة الأرضية في المدن يزيد من إستهلاك المياه في بعض المناطق من العالم.
  3. زيادة معدلات التلوث المائي وزيادة ملوحة المياه في الكثير من الأنهار والبحيرات العذبة في البلدان النامية والفقيرة نتيجة النقص الكبير في شبكات الصرف الصحي ومحطات معالجة المياه قبل إعادتها الى الأنهار. إن التلوث الحاصل في الكثير من الأنهار ومنها نهر البنجاب ونهر الفرات نتيجة تصريف مخلفات الصناعة والزراعة في مياه هذه الأنهار جعل المياه العذبة فيها غير صالحة للأستهلاك البشري والحيواني والزراعي مما يفقد الكثير من البلدان مصادر مهمة للمياه العذبة.
- يعد نقص المياه العذبة من اهم الأسباب التي تؤدي الى نشوب توترات بين مختلف الدول وتؤدي في الكثير من الأحيان الى نشوب حروب بين مختلف البلدان ومجاميع السكان على مصادر المياه. إن منطقة الشرق الأوسط من أكثر المناطق التي تهددها الحروب على مصادر المياه العذبة. تتنازع كل من سوريا والأردن وإسرائيل وفلسطين على مياه نهري الأردن و اليرموك، تستخدم المياه العذبة في الكثير من الأحيان كعوامل ضغط من أجل الحصول على مكتسبات سياسية وإقتصادية وهي جزء من الصراع بين هذه البلدان. أما في المناطق الأخرى من العالم فان هناك الكثير من الصراعات بين الدول على مصادر المياه العذبة وخصوصاً بين البلدان التي تمر بها أنهار مشتركة مثل الصين ولاوس وفيتنام و تايلند التي تتقاسم مياه نهر الميكونغ. كما وان بلدان مثل السودان ومصر واثيوبيا لازالت تعاني من مشاكل جراء عدم الإتفاق

على تقاسم الحصص المائية لنهر النيل بيت هذه البلدان. كذلك تتنازع كل من زامبيا وزمبابوي و موزمبيق على مياه نهر زامبيزي في حين يهدد السلام بين كل من الهند وباكستان مشكلة النزاع على نهر البنجاب الذي يغذي ملايين الهكتارات الزراعية وملايين السكان في كلا البلدين بالمياه العذبة. تعتبر مشكلة تقاسم مياه نهري دجلة والفرات بين العراق وسوريا وتركيا من أهم المشاكل التي تهدد المنطقة إذا لم يتم الإتفاق على معاهدة دولية عادلة تنصف كل الأطراف وتوفر المياه العذبة لسكان هذه البلدان. هناك صراعاً دولياً بين جمهوريات طاجيكستان وقرغيزستان واوزبكستان وهي من جمهوريات الإتحاد السوفيتي السابق على تقاسم مياه نهري سور داريا وامو داريا وايضاً بين الولايات المتحدة والمكسيك على مياه نهر ريو غراندا وبين الأرجنتين والبرازيل والباراغواي على تقاسم مياه نهر بارانا المشترك في أميركا الجنوبية. أصبحت مشكلة توفير المياه العذبة للسكان وتقسيم مياه الأنهار المشتركة بين مختلف البلدان قضية مهمة وحساسة باتت تهدد السلام والإستقرار في الكثير من مناطق العالم وخصوصاً في البلدان النامية والفقيرة والتي تعاني أصلاً من مشكلة نقص المياه العذبة والتي تلعب ظاهرة التغير المناخي دوراً مؤثراً فيها (Richerzhagen, 2007). إن إستمرار إرتفاع درجة حرارة كوكب الأرض عن معدلات القرن الماضي يمكن له أن يؤدي في المستقبل القريب الى نقصان في كميات المياه العذبة لأكثر من ملياري نسمة من سكان كوكبنا وخصوصاً في المناطق المكتضة بالسكان عالمياً مثل الهند والصين (Schmidt-Roschmann, 2009). يتوقع ان يزداد عدد السكان الذين يعانون من نقص المياه العذبة حوالي 200-300 مليون شخص خلال العقود القليلة القادمة إذا إستمرت معدلات درجات الحرارة عالمياً بالارتفاع (Parry, 2001).

### Environmental Refugees **اللاجئون البيئيون**

تعد مشكلة اللاجئين البيئيين من القضايا التي لم يجري الإنتباه لها بشكل متكامل وهي مشكلة بدأت تزداد حدة وانتشاراً خلال العقود الأخيرة وخصوصاً بعد تزايد عدد وشدة الكوارث البيئية الناتجة عن ظاهرة التغير المناخي الذي طرأ بشكل سريع ومفاجيء عالمياً. هناك نوعان من الهجرة لأسباب بيئية:

1. هجرة داخلية تتم داخل البلد الواحد تنتج عن أسباب بيئية كثيرة منها تردي وتدهور نوعية الأراضي الزراعية، انعدام هطول الأمطار ومرور بعض المناطق بفترات من الجفاف الطويلة، الفيضانات والأعاصير تجبر السكان الذين يعتمدون على الزراعة إلى الانتقال إلى مناطق أخرى سعياً وراء الحصول على لقمة العيش (Heberer, 2006). كما وتصنف الهجرة الداخلية إلى هجرة مؤقتة وأخرى دائمية (الحناوي، 2004). ومن أهم الأمثلة على الهجرة الداخلية هجرة سكان منطقة الأهوار في العراق من مواطنهم الأصلية إلى مناطق أخرى داخل العراق بسبب تجفيف مناطقهم من قبل النظام الدكتاتوري السابق.

2. هجرة خارجية تحصل عندما يهاجر سكان بعض المناطق التي تصاب بكارث بيئية أو طبيعية بعضها ناتجة عن التغير المناخي الذي يحصل في مناطقهم. تبرز هذه المشكلة بشكل حاد في الدول النامية والفقيرة حيث تهاجر أعداد كبيرة من البشر يقدر اعدادهم بعشرات الملايين الى دول أخرى. تعتبر القارة الأفريقية مثلاً واضحاً على هذه الظاهرة حيث يهاجر سنوياً أعداد كبيرة من السكان إلى دول أخرى كما حصل في إقليم دارفور في السودان نتيجة نشوب النزاع العرقي بين سكان هذه المناطق الناتج عن تردي نوعية الأراضي الزراعية والجفاف. أما في قارة اسيا فان شبه الجزيرة الهندية وتحديدأ بنغلاديش تعتبر من أكثر البلدان التي يهاجر سكانها إلى مناطق أو دول أخرى مثل الهند مما يؤثر بشكل سلبي على حياة ومعيشة السكان الأصليين نتيجة المنافسة على فرص العمل وإستغلال الموارد الطبيعية. يهاجر السكان عندما تتعرض مناطقهم إلى كوارث بيئية وطبيعية متكررة تجبرهم على الرحيل والبحث على سبل جديدة للمعيشة (Bauer, 2005).





**الفصل الرابع**  
**المعالجات المقترحة لمطلقات**  
**الاحتباس الحراري:**





## المعالجات قصيرة الأمد

غازات الاحتباس الحراري المتمثلة في بخار الماء وثنائي أوكسيد الكربون والميثان وأوكسيد النتروز وغاز ثلاثي فلوريد النتروجين وغازات أخرى هي المسؤولة عن رفع درجة حرارة كوكب الأرض وغلافها الجوي وإن الإنسان ومن خلال تعدد نشاطاته وتأخر إهتمامه بحل هذه المشكلة هو المسؤول الوحيد والمباشر عن إرتفاع نسب غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي. تلعب التربية البيئية وزيادة الوعي البيئي لدى الناس دوراً مهماً في التصدي لمشكلة التغير المناخي وتولي الدول المتقدمة أهمية كبيرة لهذا الموضوع. تعتمد الكثير من الدول على التربية البيئية وزيادة الوعي البيئي لدى السكان في مساعيها الجدية للحيلولة دون إرتفاع تركيزات الغازات المسببة للاحتراق الكوني. يستهلك الفرد في الدول الصناعية كميات من الطاقة تفوق معدلات الإستهلاك في البلدان النامية بأضعاف مضاعفة (Matthes, 2005) (جدول 24).

جدول 24. الفرق الشاسع في إستهلاك الطاقة الكهربائية بين البلدان الصناعية والبلدان النامية (Welt-in-zahlen, 2009).

الدولة	استهلاك الفرد السنوي من الكهرباء (كيلو- واط-ساعة)
الولايات المتحدة الأمريكية	12376
ألمانيا	6303
البيرو	724
غواتيمالا	393
كينيا	128
بنغلاديش	106
مالي	53
الصومال	26

نلاحظ من الجدول 24 الفرق الشاسع في إستهلاك الطاقة الكهربائية للفرد الواحد سنوياً بين الدول الصناعية كالولايات المتحدة الأمريكية باعتبارها أكبر مستهلك للطاقة عالمياً أو ألمانيا وبين بعض الدول الفقيرة والنامية مثل الصومال ومالي وبنغلاديش. وهذا يؤكد مسؤولية الدول الصناعية العظمى عن إستفحال ظاهرة الإحترار الكوني وما تمخض عنها من تغير في مناخ كوكب الأرض على مدى القرنين الماضيين.

أما في البلدان النامية وبسبب ضعف الإنتاج الصناعي فإن نسبة إستهلاك الطاقة في النشاطات المنزلية المختلفة الى حجم إستهلاك الطاقة الكلي يمكن لها ان تكون أعلى من المعدلات التي ذكرت في الدول الصناعية العظمى. هذا يعني ان تحفيز السكان ورفع وعيهم البيئي ممكن له أن يساعد في تقليل إستهلاك الطاقة وبالتالي الى إنقاص كميات الغازات المنطلقة للغلاف الجوي (الناصر، 2009).

تقوم الكثير من الدول والحكومات والمنظمات المهمة بحماية البيئة باتخاذ بعض الإجراءات التي تهدف الى الحد من زيادة إستهلاك الوقود الاحفوري لاسباب اقتصادية كإرتفاع أسعار الوقود أو بيئية للحد من ظاهرة الإحترار الكوني والتلوث البيئي أو لكليهما. وبما إن حرق الوقود الإحفوري لإنتاج الطاقة يولد كميات هائلة من الغازات بما فيها غاز ثنائي اوكسيد الكربون فإن التقليل من إستهلاك الطاقة على المستوى العالمي سيؤدي بالتأكيد الى خفض إنتاج هذا الغاز ويقلل من أخطار ظاهرة الإحترار الكوني ويحد من التأثيرات السلبية للتغير المناخي الذي يهدد كوكب الأرض. ان حرق الوقود الاحفوري واستهلاك الطاقة في النشاطات المنزلية تمثل 12٪ من حجم إستهلاك الطاقة في الدول الصناعية العظمى (Tanaka, 2007). لهذا تركز الحكومات والهيئات الدولية والمنظمات المهمة بحماية البيئة على توعية السكان بالأخطار الناتجة عن زيادة معدلات إستهلاك الطاقة وتحثهم من خلال إشراك وسائل الإعلام المسموعة والمقرؤة على الإقتصاد والتوفير في إستهلاك مصادر الطاقة المختلفة. وبالإمكان التقليل من إستهلاك الطاقة في المجالات الآتية:

## 1- التوفير في إستهلاك الطاقة في المنازل والمباني العامة والخاصة:

يمكن التقليل من إستهلاك الطاقة في المنازل والمباني العامة وفي مجالات حياتية مختلفة كالإضاءة والطبخ وغسل الملابس والكوي والتدفئة والاستحمام وكذلك في إستخدام الأجهزة الكهربائية. ففي جانب الإضاءة يؤدي إستبدال المصابيح العادية ذات الأسلاك المتوهجة (60-100 واط) بمصابيح النيون المملوءة بالغازات المتأينة مثل غاز الأرجون Argon او مصابيح توفير الطاقة Energy Saver (، 12...، 10، 8، 6 واط) الى توفير كبير بالطاقة الكهربائية للمنازل إذ ان هذه المصابيح تستهلك 20% من الطاقة التي يستهلكها المصباح العادي ذو السلك المتوهج بينما توفر نفس القدر من الإضاءة في البيوت (جدول 25).

جدول 25. كميات غاز ثنائي اوكسيد الكربون المنطلقة سنوياً لمختلف أنواع المصابيح (Haus+Energie, 2008).

نوع المصباح - واط	كمية الغاز المنطلقة المصباح-سنة (كغم)	مدة إستخدام المصباح (ساعة)
مصباح عادي 75 واط	53	1000
مصباح توفير الطاقة 7 واط	4.9	15000
مصباح توفير الطاقة 8 واط	5.7	15000
مصباح توفير الطاقة 11 واط	7.8	15000
مصباح توفير الطاقة 15 واط	10.6	15000
مصباح توفير الطاقة 20 واط	14.1	15000

قرر الإتحاد الأوروبي إيقاف انتاج المصابيح العادية ذوات السلك المتوهج ذات المئة واط واكثر اعتباراً من سبتمبر من عام 2009 والمصابيح ذوات 40-60 واط اعتباراً من بداية عام 2010 ومع بداية عام 2012 قرر الإتحاد الاوربي منع إستخدام هذه المصابيح وهذا الإجراء يراد به التقليل من استهلاك الطاقة الكهربائية (Energie-richtig-spare, 2009). تستهلك المنازل الألمانية على سبيل المثال 19% من التيار

الكهربائي في مجال الأضاءة في حين تستهلك بقية الأجهزة الكهربائية المتوفرة في المنزل بما فيها أجهزة التدفئة والتبريد والكمبيوتر وأجهزة المطبخ والاتصالات حوالي 81٪ من حجم الاستهلاك الكهربائي (Haus+Energie, 2008).

أما في مجال الطبخ فإن كل الأجهزة سواء كانت أجهزة تبريد كالثلاجات والمجمدات أو أجهزة تسخين كالطباخات والغلايات هي أجهزة تستهلك الطاقة وتحولها من شكل الى شكل آخر. إن إتباع بعض الإجراءات البسيطة في المطبخ مثل استخدام قدور الضغط التي تحتاج ربع الطاقة التي تحتاجها القدور العادية في طبخ الطعام ووضع غطاء القدر أثناء الطبخ وتقليل كمية المياه المستخدمة في غلي الطعام والاستفادة من بخار الماء في طبخ الغذاء وتبريد الأطعمة الساخنة قبل وضعها في الثلاجة وتنظيم درجة حرارة الثلاجة على درجة سبعة مئوية وليس أقل من ذلك إضافة لوضع الثلاجة والمجمدة في أماكن باردة وبعيدة عن الطباخ والأماكن المشمسة. هذه الإجراءات البسيطة وغير المكلفة بل والمرجحة للمستهلك يمكن لها ان تقلل كميات الطاقة المستهلكة والناجمة عن حرق الوقود الأحفوري وبالتالي تقلل من إنتاج غاز ثنائي أوكسيد الكربون (Energie-richtig-spare, 2009).

وفي مجال الغسل والكوي المنزلي يمكن لنا الإقتصاد بالطاقة عن طريق تجنب غسل الملابس بالمياه المغلية والساخنة والإكتفاء بالمياه الدافئة وذلك لأن المنظفات المصنعة حديثاً قادرة على إزالة جميع الأوساخ من الملابس دون الحاجة إلى تسخينها وعدم كوي الملابس وهي مبللة بالماء لأن هذه العملية تستهلك الكثير من الطاقة الحرارية في تجفيف الملابس وتبخير المياه الموجودة فيها (Energie-richtig-spare, 2009).

تستهلك المنازل والبنيات العامة كميات كبيرة من الوقود في مجال التدفئة وخصوصاً في مواسم الشتاء والخريف ويمكن اتباع الإجراءات التالية من أجل تقليل استهلاك الطاقة مثل تقليل او اطفاء اجهزة التدفئة ليلاً بعد الساعة العاشرة والإكتفاء بالغطاء اثناء النوم وغلق واطفاء الدفايات او أجهزة التدفئة المركزية بالبيوت اثناء مغادرة البيت والذهاب للعمل واثناء الإجازات القصيرة والطويلة والإكتفاء بتدفئة



الغرف التي يتجمع بها افراد الأسرة وعدم تدفئة الغرف غير المأهولة. بينما يمكن توفير الطاقة في مجال الإستحمام باتباع إجراءات مثل الاقتصاد في إستهلاك المياه الساخنة اثناء الإستحمام والإعتماد على الخلايا الشمسية Solar Energy كمصدر للطاقة في تسخين المياه للإستحمام والتدفئة في البيوت بدل حرق الوقود الإحفوري. غزت البيوت والمباني الحكومية والخاصة الأجهزة الكهربائية مثل التلفزيون والراديو والكمبيوتر والفيديو والطابعات وغيرها من الأجهزة الكهربائية وهي تستهلك نسبة عالية من الطاقة والوقود في هذه المنازل والمباني. ومن أجل تقليل إستهلاك الطاقة يجب إطفاء هذه الاجهزة مباشرة بعد الإنتهاء من الحاجة لها ونزع هذه الاجهزة من نقاط الكهرباء وعدم تركها في حالة تستهلك بها الطاقة الكهربائية (Standby) وإستخدام برامج مثل برنامج Power-Management في أجهزة الكمبيوتر في البيوت والبنيات الحكومية والعامّة وهذا البرنامج كفيل بتقليل إستهلاك الطاقة في أجهزة الكمبيوتر أوتوماتيكياً بعد الإنتهاء من إستخدامها وهذه الطريقة متبعة حالياً في الكثير من الدول المتطورة (Energie/richtig/sparen, 2009).

## 2- التوفير في إستهلاك الطاقة في وسائط النقل:

تطلق وسائط النقل المختلفة مثل السيارات والشاحنات والقطارات والطائرات والسفن 30% من مجمل كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة إلى الغلاف الجوي وهي نسبة عالية جداً. يؤدي ذلك ليس فقط الى زيادة تركيزات هذا الغاز وإنما إلى تلوث الهواء بمختلف الغازات الضارة والغبار خصوصاً في المدن الكبيرة المزدهمة بوسائط النقل ويسبب مختلف الأمراض للسكان ومنها أمراض الجهاز التنفسي (Tanaka, 2007). تقدر عدد وسائط النقل عالمياً بمئات الملايين وكل عام تنتج شركات صناعة السيارات العالمية ملايين من السيارات والشاحنات وهذا ما يفاقم المشكلة ويجعل إمكانيات إيجاد الحلول أصعب. في الدول الصناعية العظمى ترتفع نسبة عدد السيارات الى عدد السكان عن دول العالم الثالث وذلك بسبب ارتفاع المستوى المعيشي في هذه البلدان (جدول 26).

جدول 26. عدد السيارات لكل ألف مواطن في عدد من الدول (Welt-in-  
(zahle, 2009).

الدولة	عدد السيارات لكل ألف مواطن
الولايات المتحدة الأمريكية	584.61
ألمانيا	561.19
غواتيمالا	50.36
البيرو	32.98
كينيا	9.13
مالي	3.12
الصومال	1.39
بنغلاديش	0.61

من الإجراءات المهمة التي يمكن إتخاذها لتقليل إحتراق الوقود وبالتالي تقليل كميات الغازات المنطلقة للغلاف الجوي ومنها غاز ثنائي أوكسيد الكربون بأعتباره من النواتج الأساسية لعملية الإحتراق الداخلي في محركات السيارات ما يأتي (دنجر، 2009):

1. تصغير حجم وقوة المحرك للسيارات الشخصية (الخاصة) وتخفيف وزنها وذلك لانه كلما زاد حجم المحرك والقوة الحصانية زاد إستهلاك الوقود داخل المحرك.
2. تشجيع المواطنين على إستخدام وسائل النقل العامة مثل الباصات والقطارات بدلاً عن إستخدام السيارات الشخصية بالتنقل داخل المدن وحتى بالسفر من مدينة إلى أخرى. وهنا تلعب الإجراءات الحكومية في دعم أسعار النقل دوراً أساسياً في تشجيع المواطنين على إستخدام وسائل النقل العامة.
3. تغيير نوعية الوقود أو مصادر الطاقة في المحرك من الديزل إلى البنزين إلى الغاز الطبيعي وأخيراً إلى الطاقة الكهربائية يؤدي الى تقليل حجم ونوعية الغازات

المنطلقة الى الغلاف الجوي (جدول 27). تعمل الآن الكثير من شركات صناعة السيارات على إنتاج سيارات حديثة تعتمد على الغاز الطبيعي أو الكهرباء بدل الديزل والبنزين في محركاتها والمشكلة الوحيدة التي تواجه هذه الأنواع من السيارات هو قلة عدد محطات تزويدها بالطاقة. بلغ عدد محطات تزويد السيارات بالغاز الطبيعي حوالي ألف محطة في عموم ألمانيا عام 2009.

جدول 27. الفائدة الاقتصادية والبيئية من استخدام الغاز الطبيعي كوقود في وسائل النقل (Haus + Energie, 2008).

نوع الوقود	كمية الطاقة (كيلو-واط/ساعة)	كمية الوقود لكل 100 كم
لتر من البنزين	8.60	8.01 لتر
لتر من الديزل	9.84	6.01 لتر
كيلو غرام من الغاز الطبيعي	13.40	5.9 كغم

يعد استخدام الغاز الطبيعي كوقود في وسائل النقل المختلفة أقل تكلفة إقتصادياً وأقل ضرراً على البيئة من الديزل والبنزين كما وان المسافة التي تقطعها واسطة النقل التي تستهلك الكيلوغرام الواحد من الغاز الطبيعي أطول بكثير من واسطة النقل التي تستهلك لتر من البنزين أو الديزل. كما وان كمية غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلقة من وقود الغاز أقل بكثير من مثلها من البنزين. تطلق واسطة النقل التي تستهلك البنزين 169.0 غرام من هذا الغاز للكيلومتر الواحد بينما تطلق واسطة النقل التي تستهلك الغاز الطبيعي 131.6 غرام من نفس الغاز في الكيلو متر الواحد. تستهلك واسطة النقل التي تستهلك البنزين حوالي 8 لتر عند قطعها مسافة 100 كيلومتر في حين تتمكن نفس واسطة النقل من قطع حوالي ضعف المسافة إذا حولت محركاتها لإستهلاك الغاز الطبيعي كوقود. أبدت الكثير من البلدان ومنها الدول النامية والفقيرة اهتماماً كبيراً في بوسائل النقل التي تستهلك الغاز الطبيعي لأسباب إقتصادية وبيئية أهمها رخص ثمن الغاز الطبيعي مقارنة بالبنزين والديزل (جدول 28) (Haus + Energie, 2008).

جدول 28. أعداد وسائط النقل التي تستهلك الغاز الطبيعي في بعض البلدان  
(Haus + Energie, 2008).

الدولة	عدد وسائط النقل
الأرجنتين	1698700
باكستان	1650000
البرازيل	1532800
الهند	821800
أيران	730000
أيطاليا	500000
كولومبيا	251000
الصين	200800
الولايات المتحدة	100000
روسيا	95000
مصر	81400
المانيا	64500
فنزويلا	44000
السويد	14500
فرنسا	10000
سويسرا	5800

1. إستبدال السيارات القديمة بأخرى حديثة للتقليل من استهلاك الوقود الإحفوري لأن المحركات القديمة تستهلك كميات أكبر من الوقود قياساً بالمحركات الجديدة.
2. تحديد السرعة أثناء قيادة السيارات سواءاً كان ذلك داخل المدن أو في الطرق الخارجية السريعة وذلك لأن زيادة السرعة تزيد من إستهلاك وحرق الوقود داخل المحرك.
3. تقوم بعض المدن الكبيرة مثل لندن وبرلين بإجراءات للتقليل من دخول السيارات إلى مركز المدينة عن طريق إجبار سائقي السيارات على دفع مبلغ معين عند دخولهم بسياراتهم إلى مركز المدينة. كما تقوم بعض المدن بتحديد بعض الأيام لتكون أيام لا يسمح بها بإستخدام السيارات داخل المدن ( Car free day). وتشجع بعض الدول مثل هولندا سكانها على إستخدام الدراجات الهوائية بدلاً عن السيارات داخل المدن عن طريق انشاء طرق خاصة لراكبي الدراجات.

### المعالجات بعيدة الأمد:

- 1 إيقاف عمليات حرق وقطع أشجار الغابات الإستوائية والإهتمام بالتشجير
- يعد حرق وقطع الأشجار المعمرة في الغابات الإستوائية وتحويلها إلى أراضي رعوية كما هو حاصل في غابات الأمازون في أميركا الجنوبية وغابات جنوب شرق آسيا حيث تحولت أجزاء كبيرة من هذه الغابات إلى مراعي للأغنام والأبقار من أهم الأخطار التي يجب الإنتباه لها. يطلق على الغابات الإستوائية بـ "رئة كوكب الأرض" لأنها تمتص كميات كبيرة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون المنطلقة إلى الغلاف الجوي وتخلص كوكبنا من ملايين الأطنان من هذا الغاز سنوياً. إن الحاجة المتصاعدة لإستهلاك اللحول لإطعام المليارات من البشر والحاجة المتزايدة لإستهلاك الأخشاب في عمليات البناء والتصنيع دفعت الكثير من الدول إلى السماح للشركات المتعددة الجنسية للقيام بمشاريع كبيرة في مناطق الغابات الإستوائية أدت إلى تحويل أجزاء كبيرة وشاسعة منها إلى أراضي رعوية وزراعية. إن الحاجة لإطعام مليارات من البشر



دفعت الشركات العالمية المصنعة للأغذية إلى زيادة إستثماراتها في قطاع الإنتاج الحيواني مما زاد في عدد المواشي والأبقار (Bauer, 2007). يكون قطاع المواشي مسؤولاً عن 9٪ من انبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون و 37٪ من انبعاثات غاز الميثان و 65٪ من انبعاثات غاز أوكسيد النتروز الناتجة عن الأنشطة ذات الصلة بالإنسان. من أهم المعالجات التي يجب القيام بها على المستوى القريب والبعيد هي إيقاف عمليات قطع و حرق الغابات الإستوائية من أجل الحصول على المراعي وزيادة الإهتمام بالتخطيط المدروس لزيادة غرس الأشجار والتشجير في الكثير من مناطق العالم (جدول 29) (World Wide Fund for Nature, 2005).

جدول 29. حرائق الغابات في بعض المناطق والدول (World Wide Fund for Nature, 2005).

الدولة	الأعوام	مساحة الغابات المحروقة (هكتار)
البرازيل	1998-1997	5,500,000
اندونيسيا	1983-1982	5,000,000
	1998-1997	9,660,000
روسيا	2002	11,720,000
	2003	14,470,000
	2004	5,930,000
الولايات المتحدة الأمريكية	2002	2,810,000
	2003	1,990,000
	2004	2,750,000
إسبانيا	2002	86,427
	2003	149,224
إيطاليا	2002	40,768

91,803	2003	
123,910	2002	البرتغال
421,835	2003	
20,850	2002	فرنسا
74,000	2003	

فقدت الغابات الإستوائية في أندونيسيا خلال القرن الماضي عشرات الملايين من الهكتارات بسبب حرائق الغابات أو تحويل الغابات الإستوائية إلى مزارع لانتاج الزيوت النباتية ومراعي للأغنام والأبقار. إنخفض إجمالي مساحة الغابات من 162 مليون هكتار مربع عام 1950م إلى حوالي 98 مليون هكتار مربع حالياً وهذا يعني إن اندونيسيا قد فقدت حوالي ثلث مساحة غاباتها الإستوائية (Glastra, 2002).

ان تحويل الغابات والغابات الإستوائية بشكل خاص الى أراضي رعوية يزيد من تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي وذلك لأن حرق الاراضي الزراعية والغابات وإستهلاك الأخشاب في الصناعة أو كوقود يطلق ويحرر غاز CO<sub>2</sub> بينما تؤدي عملية الحفاظ على الغابات وتشجير مناطق إضافية في العالم الى تقليل نسب هذا الغاز بسبب إستهلاك الغابات للغاز المنطلق من الصناعة والنشاطات البشرية الأخرى بعملية التركيب الضوئي. يلعب غاز ثنائي أوكسيد الكربون دوراً مزدوجاً في تأثيره على الغطاء النباتي أذ تعتبر زيادة تركيزاته مهمة جداً في زيادة نمو الغطاء النباتي وتوسع انتشار الغابات في حين تؤدي هذه الزيادة أيضاً الى رفع درجات الحرارة وارتفاعاً ملحوظاً في نسب تبخر المياه التي تؤدي إلى الجفاف ومن ثم إلى تقلص في مساحات الأراضي الزراعية والمكسوة بالأشجار كما حصل في الغابات الإستوائية في كل من اميركا الجنوبية وأفريقيا وجنوب شرق آسيا (Cramer, 1999). يؤدي حرق الغابات الإستوائية إلى تقليص الغطاء النباتي وزيادة معدلات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي والقضاء على التنوع الأحيائي النباتي والحيواني في المنطقة المحروقة وخسارة مورد إقتصادي وبيئي مهم في الكثير من المناطق عالمياً وإلى تفشي أمراض الجهاز التنفسي بين السكان نتيجة إنتشار الدخان إلى مناطق بعيدة ناهيك عن حالات التسمم التي يصاب بها الكثير من السكان نتيجة إستنشاق كميات

كبيرة من الأجرة الضارة (World Wide Fund for Nature, 2005). تعد الكثير من مناطق العالم مثل أوربا و أميركا الجنوبية والشمالية وجنوب شرق آسيا وبعض مناطق أفريقيا الاستوائية مناطق غنية بالغابات يقع على المجتمع الدولي مهمة حمايتها والمحافظة عليها (جدول 30).

جدول 30. مساحة غابات العالم (طاحون، 2007).

كثافة الغابات (%)	المساحة (مليون هكتار)			الأقطار والقارات
	الغابات المغطاة جزئياً	الغابات الكثيفة	المساحة الكلية	
36	769	916	2144	الإتحاد السوفيتي السابق
35	138	144	471	أوربا
38	710	750	1875	أميركا الشمالية
39	794	966	2032	أميركا الجنوبية
19	519	550	2700	آسيا
24	700	710	2790	أفريقيا
11	92	96	842	أستراليا و الأقيانوس
29	3722	4132	12854	جميع العالم

إن الإهتمام بزيادة عمليات التشجير داخل وخارج المدن لا يؤدي فقط إلى تقليل نسب الغازات الملوثة للهواء في أجواء المدن بل يتعدى ذلك إلى تحسين وتلطيف حالة الطقس والمناخ في هذه المدن كما ويؤدي ايضاً إلى تحسن بالحالة النفسية للسكان (Ott, 2007).

تحافظ الدول المتقدمة على غاباتها وثروتها من الأخشاب عن طريق قطع الأشجار المريضة أولاً وتعويض الأشجار المقطوعة بتشجير مساحات إضافية من الأراضي. كما وتحافظ هذه البلدان على غاباتها عن طريق المراقبة المستمرة لهذه الغابات من أجل المحافظة عليها وإدامتها (Ott, 2007). في المناطق ذات الأجواء الصحراوية وشبه الصحراوية مثل المنطقة العربية تؤدي عملية التشجير ليس فقط إلى تقليل تركيزات غاز  $CO_2$  في الهواء وإنما أيضاً إلى حماية هذه المناطق من العواصف الترابية التي تصيب هذه المناطق في بعض المواسم. إن تسوير مدن مثل بغداد أو الكويت بحزام أخضر من الأشجار يمنع زحف الرمال عليها ويقلل من نسب الأتربة والغبار الموجودة في الهواء مما يقلل من الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والربو (جاسم، 2009).

## 2. التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة والمستدامة

شهدت العقود الأربعة المنصرمة إهتماماً متزايداً من قبل المؤسسات الدولية والحكومات والمجتمعات المختلفة في العالم بموضوعات البيئة ومكوناتها وبضمنها قضايا الطاقة وإستمرارية توفرها والمصادر الرخيصة منها والبدائل الصديقة للبيئة. وقد شهدت تلك الفترة أزمات متعددة بالطاقة بين الدول المنتجة والمستهلكة للنفط منها على سبيل المثال لا الحصر تلك الأزمة التي نشبت بين الدول العربية والغرب الصناعي أبان حرب تشرين عام 1973 بين العرب وإسرائيل حيث إستخدمت الدول العربية لأول مرة النفط كسلاح ضد الدول الغربية مما قاد إلى شل أجزاء كبيرة من النشاط الإقتصادي والصناعي في كثير من البلدان الصناعية نتيجة عدم توفر الوقود. نتيجة لتلك الأزمة بدأت الدول الغربية آنذاك بالتفكير وبشكل جدي بموضوعات الطاقة وكيفية توفيرها بالكميات المناسبة من أجل إستمرار العجلة الإقتصادية والصناعية بالدوران في هذه البلدان. وبما أن الوقود الأحفوري هو من مصادر الطاقة غير المتجددة وهو قابل للنفاذ والنضوب خصوصاً بعد الزيادة الحاصلة في إنتاجه وإستهلاكه. توجهت الكثير من البلدان بالتحول إلى مصادر الطاقة المتجددة

والمستدامة بغية تقليل الاعتماد على النفط مستقبلاً وإستغلال مصادر الطاقة النظيفة والصديقة للبيئة (El Bassam, 2008).

تمتاز مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية والرياح والطاقة الجيو حرارية والطاقة الحيوية بأنها مصادر طاقة أزلية وغير ملوثة للبيئة عكس الوقود الأحفوري الذي يسبب تلوث الهواء والماء والتربة ويزيد من تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي. تمكنت الكثير من البلدان في السنوات الأخيرة من زيادة نسبة الطاقة المنتجة عن طريق مصادر الطاقة المتجددة إلى مجموع الطاقة المنتجة في محاولة منها للتقليل من إنبعاثات غازات الدفيئة الى الغلاف الجوي. ففي المانيا مثلاً إرتفعت هذه النسبة من 4.4 عام 1997 إلى 14.2 % عام 2007 وهذا ما أدى إلى التقليل في إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون ( Wikipedia, 2009).

من جانب آخر يؤدي إستبدال انواع من الوقود الأحفوري بانواع أخرى الى التقليل من إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون. أن إنتاج كيلو-واط واحد من الطاقة عن طريق إستهلاك الغاز الطبيعي يؤدي إلى تحرير 201 غرام من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بينما يؤدي إنتاج كيلو-واط واحد من الطاقة بإستخدام الفحم الحجري إلى تحرير حوالي 373 غرام من نفس الغاز. إن الإعتداد على الغاز الطبيعي كمصدر لإنتاج الطاقة في حالة عدم توفر مصادر الطاقة المتجددة يؤدي الى التقليل من الإنبعاثات الغازية مقارنةً بأنواع الوقود الأحفوري الأخرى كالنفط والفحم الحجري (Haus+Energie, 2008).

### 3. عزل (إحتجاز) وتخزين غاز ثنائي أوكسيد الكربون CCS-Processes (Carbon Dioxide Capture and Storage)

إن طريقة عزل وتخزين غاز ثنائي أوكسيد الكربون هي تكنولوجيا حديثة ما تزال تحت التجريب والدراسة يراد بها تقليل كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة للغلاف الجوي وبالتالي إيقاف أو تحجيم تفاقم ظاهرة الإحتباس الحراري وما يرافقها من تغير في مناخ كوكب الأرض. تطبق هذه التكنولوجيا في الأماكن التي



يكون بها إنتاج غاز ثنائي أوكسيد الكربون بكميات كبيرة مثل محطات توليد الطاقة الكهربائية ومنشآت إستخراج وتكرير البترول ومصانع الحديد والأسمنت وهي مواقع ثابتة تسهل بها عملية إحتجاز الغاز، بينما يصعب ذلك في حالة وسائط النقل والسيارات. تستهلك محطات توليد الطاقة الكهربائية عادةً كميات كبيرة من الغاز الطبيعي والفحم الحجري وتستخدم الحرارة العالية الناتجة عن إحتراق هذه الأنواع من الوقود في تبخير الماء بغية تدوير التوربينات والتي بدورها تدير المولدات الكهربائية. يحترق الغاز الطبيعي والفحم الحجري بإعتبارهما مركبات هايدروكربونية بوجود الهواء أو الأوكسجين وتحرر غاز ثنائي أوكسيد الكربون. يحتوي الدخان المنطلق من محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تستهلك الفحم الحجري على 15٪ من غاز ثنائي أوكسيد الكربون أما في المحطات التي تستهلك الغاز الطبيعي فإن النسبة تقارب 5٪ (Wikipedia, 2009).

نتيجة لإرتفاع أسعار البترول التي حصلت عام 2008 والصعوبات التي واجهت الدول الغربية في الحصول على إحتياجاتها من الغاز الطبيعي الروسي بعد الأزمة الأخيرة بين روسيا وأوكرانيا ووجود كميات وإحتياطي أكبر من الفحم عالمياً توجهت الكثير من الدول مثل ألمانيا وإنكلترا والصين والولايات المتحدة الأمريكية والهند إلى إعادة محطاتها المتوقفة للعمل أو بناء محطات توليد للطاقة الكهربائية جديدة تعمل بالفحم (جاسم، 2008).

**تشمل عملية إحتجاز غاز ثنائي أوكسيد الكربون وتخزينه على عدد من الخطوات:**

1. فصل غاز ثنائي أوكسيد الكربون عن الغاز الطبيعي حيث يحتوي الغاز الطبيعي على نسبة 5-10 ٪ من غاز ثنائي أوكسيد الكربون والمتبقي عبارة عن خليط من غاز الميثان والإيثان والبروبان.
2. زيادة تركيز الغاز المنطلق من محطات توليد الطاقة عن طريق حرق الوقود سواءاً كان الوقود المستخدم غازاً طبيعياً أو فحم بوجود الأوكسجين لأن تفاعل الوقود الإحفوري مع الأوكسجين مباشرة (بمعزل عن الهواء الذي يحتوي على نسبة

عالية من غاز النروجين) يؤدي الى تركيز وزيادة في كميات غاز ثنائي اوكسيد الكربون مما يسهل عملية إحتجازه ونقله وتخزينه (Wikipedia, 2009).

3. غسل الغاز المنطلق بمحلول الكاربونات أو الأمونيا بعملية تدعى PCC (Post-Combostion-Capture) حيث يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكربون في هذا المحلول مما يؤدي بعد تسخينه وإفصال الغاز عنه إلى الحصول على نسبة مركزة وعالية من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. بعد تبخير غاز ثنائي اوكسيد الكربون يعاد استخدام محلولي الكاربونات أو الأمونيا مجدداً في عمليات الغسل.

4. تجميع الغاز ونقله ثم تخزينه في مستودعات آمنة داخل الأرض مثل آبار النفط المستنفذة والناضبة وآبار الغاز الطبيعي وخزانات المياه الجوفية المالحة أو طبقات الفحم الحجري الموجودة تحت الأرض. يستعمل غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الإستخلاص المعزز للنفط حيث يتم ضخ الغاز عن طريق بئر حقن لزيادة قوة الدفع على النفط بغية دفعه باتجاه بئر الإنتاج (Wikipedia, 2009).

تستعمل هذه التقنيات حالياً في النرويج في حقل سليبner Slibner الغازي والمملوك لشركة Statoil في بحر الشمال حيث يحتوي الغاز الطبيعي المستخرج من الحقل على نسبة 9٪ من غاز ثنائي أوكسيد الكربون تقوم الشركة بفصله وتخزينه في خزانات المياه الجوفية المالحة تحت الأرض على عمق 800 متر تحت مياه البحر. كذلك تستخدم الشركة النفطية الكندية اينكانا Encana في حقل ويورن النفطي بالقرب من مدينة ريجينا Regina غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الاستخلاص المعزز للنفط بعد ان قلت كمية النفط الموجودة في الحقل (Wikipedia, 2009).

تقوم شركة ري في بولاية الراين الشمالي ويستفاليا لإنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام محلول غسيل بغية تنقية الدخان والحاوي على نسبة عالية من غاز ثنائي أوكسيد الكربون قبل إطلاقه إلى الهواء وهي تقنية تساهم في تقليل نسب الغاز في الهواء (الخطيب، 2007).

تواجه هذه التقنيات مجموعة من المشاكل يعكف العلماء والمهتمين على إيجاد حلول ناجعة لها مثل زيادة التكلفة والمصاريف الناتجة عن إستخلاص غاز ثنائي

أكسيد الكربون من نواتج عمليات الاحتراق وضعف كفاءة محطات توليد الطاقة الكهربائية نتيجة استخدام هذه التقنيات ومخاطر تسرب غاز ثنائي أكسيد الكربون من الخزانات تحت الأرض مما يؤدي إلى إعادته مرة ثانية للغلاف الجوي (الخطيب، 2007).

هناك أبحاث لازالت قيد الدراسة تهدف إلى تقليل مستويات تركيز غاز ثنائي أكسيد الكربون على المستوى البعيد منها ما يقوم به معهد الفريد- فيجنر (Alfred-Vagner) للأبحاث القطبية والبحرية في مدينة بريمرهافن (Bremerhaven) في الشمال الألماني حيث يقوم 49 عالماً ألمانياً على ظهر سفينة الأبحاث بولار شترن Polar Stern يقودهم الباحث Smitancik بتنمية أنواع من الطحالب البحرية التي تستهلك غاز ثنائي أكسيد الكربون. تتمثل التجربة التي أجريت أول مرة عام 2000 في جنوب المحيط الأطلسي بتسميد مياه المحيط بمادة سلفات الحديد بهدف تنمية العوالق. وجد العلماء من خلال التجربة أن العوالق تستهلك غاز ثنائي أكسيد الكربون الموجود في مياه المحيط والذي يجري تعويضه من خلال كمياته الموجودة في الغلاف الجوي للأرض ( الخطيب، 2004).

#### 4. تقليل معدلات النمو السكاني عالمياً

إن زيادة النمو السكاني عالمياً وبشكل خاص في البلدان النامية والفقيرة يعتبر من أهم وأخطر المشاكل التي تواجه البشرية في عصرنا الحالي. يبلغ عدد سكان كوكب الأرض أكثر من ستة ملايين ويتوقع أن يزداد هذا العدد خلال السنوات القليلة القادمة. تعتبر الصين والهند وهما من الدول النامية من أكبر دول العالم من حيث عدد السكان إذ يبلغ عدد سكان هاتين الدولتين حوالي نصف عدد سكان العالم. إرتفعت نسبة انبعاثات الصين من غاز ثنائي أكسيد الكربون عالمياً من 10٪ إلى 14.5٪ أما الهند فقد إرتفعت انبعاثاتها لنفس الفترة من 4.1٪ إلى 5.1٪ ( WRI, 2007). تعاني الكثير من الدول مثل مصر وبنغلاديش والبرازيل من تزايد عدد السكان وتؤدي الزيادة غير المخطط لها لعدد السكان إلى مشاكل بيئية واقتصادية وخدمية كبيرة تعجز الكثير من البلدان النامية والفقيرة في إيجاد حلول مناسبة لها.

يتوقع أن يزداد عدد سكان الكرة بمعدلات مخيفة خلال القرن الحالي إذا بقيت معدلات النمو السكاني في تصاعد مستمر (جدول 31).

جدول 31. تنامي عدد سكان كوكب الأرض (Politik und Unterricht, 2008).

الفترة الزمنية	الزيادة في عدد السكان
سنوياً	81,267,634
شهرياً	6,772,303
أسبوعياً	1,562,839
يومياً	222,651
في الساعة الواحدة	9,277
في الدقيقة الواحدة	155
في الثانية الواحدة	2.6

يتضح من جدول 31 أن الكرة الأرضية تزداد حوالي 81 مليون شخص سنوياً وهو رقم مقارب لعدد سكان دولة مثل ألمانيا أو مصر. تتركز هذه الزيادات في عدد السكان في البلدان النامية والفقيرة في حين تعاني الدول الأوروبية من تناقص واضح في عدد السكان يعوض سنوياً عن طريق وفود الاف من المهاجرين الى أوروبا. تمتاز الأسرة الأوروبية بقلّة عدد المواليد إذ لا يتجاوز عدد أفراد الأسرة الواحدة اربعة أشخاص الا ما ندر في حين يبلغ معدل عدد أفراد الأسرة في بعض البلدان كمصر والعراق ستة أفراد. يحتاج السكان الى توفير الخدمات كالتعليم والصحة والعمل والطاقة والغذاء والمياه ويؤدي تزايد عدد السكان الى تزايد المشاكل البيئية في الكثير من البلدان وبشكل خاص البلدان الفقيرة منها. كما ويؤدي التزايد غير المنظم لعدد السكان في الكثير من البلدان الى التأثير السلبي على خطط التنمية المستدامة ويزيد من معدلات الفقر بين السكان من جهة أخرى يؤدي تضاعف عدد السكان الى تناقص عدد وانواع الأحياء البرية بسبب المنافسة الشديدة للبشر لهذه الأحياء النباتية

والحيوانية على الموارد الطبيعية وأماكن المعيشة (Dierßen, 2008). من المشاكل الكبيرة التي تواجه البشرية في الوقت الحالي مشكلة تنامي وتضاعف عدد سكان كوكب الأرض ويسبب هذا التزايد ارتفاعاً ملحوظاً في إستهلاك مصادر الطاقة وبشكل خاص الوقود الأحفوري بكل أشكاله مما يؤدي الى انبعاث كميات أكبر من الغازات الملوثة للهواء والمسببة لظاهرة الإحتباس الحراري. تعد الصين والهند من أكثر الدول إنتاجاً لغاز ثنائي أوكسيد الكربون والسبب يعود للزيادة الكبيرة لعدد السكان في هذين البلدين (IPCC, 2007).

### الإستنتاجات والتوصيات:

1. إن ظاهرة الإحتباس الحراري هي حقيقة علمية تستند إلى معطيات مبنية على أبحاث علمية وبيانات وإحصائيات موثقة. تثبت هذه البيانات والإحصائيات الموثقة حجم التغير والزيادة التي طرأت على معدلات تركيزات غازات الإحتباس الحراري، كذلك تبين من خلال الأرقام معدلات إرتفاع درجات حرارة كوكب الأرض منذ بداية الثورة الصناعية ولحد يومنا هذا. إن تأثيرات هذه الظاهرة لازال مستمراً ومن المتوقع ان يزداد بشكل أكبر في المستقبل.
2. إن غازات الإحتباس الحراري المتمثلة بثنائي أوكسيد الكربون وبخار الماء والميثان وثنائي أوكسيد النيتروز وثلاثي فلوريد النيتروجين ناتجة عن نشاطات الإنسان خصوصاً ما يتعلق منها عند حرق الوقود الحجري. فضلاً عن النشاطات الأخرى الزراعية وقطع الأشجار والزيادة المتسارعة في سكان الأرض. إن هذه الغازات مسؤولة عن الإحترار الكوني الذي يعاني منه كوكب الأرض حالياً ولم تكن هذه الظاهرة معروفة قبل الثورة الصناعية.
3. إن ظاهرة الإحترار الكوني سببت التغير المناخي والتطرف المناخي على كوكب الأرض والذي قاد الى الكثير من الكوارث المناخية التي حصلت في العقود الأخيرة وتأثر بها سكان المناطق الجافة وشبه الجافة بالدرجة الرئيسة.
4. تقع على الدول الصناعية الكبرى باعتبارها المسبب الرئيسي لظاهرة التغير المناخي مسؤولية إيجاد حلول مناسبة وسريعة لهذا التغير المناخي من خلال تقليل



إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري ودعم الإجراءات والبرامج التي تهدف إلى الاهتمام بمصادر الطاقة المتجددة كبديل مهم للوقود الحجري.

5. إن التغير في شدة الأشعة الشمسية الواصلة إلى كوكب الأرض نتيجة النشاط الشمسي أو الاختلاف في مدارات الأرض الذي يراها فريق من العلماء بأنه السبب وراء التغير المناخي يكون هذا العامل مؤثراً على مدى زمني طويل يصل إلى عشرات أو مئات الألوف من السنوات.

## المراجع:

1. إبراهيم، امين (2006). ماهو مستقبل العلاقة بين الانسان والبيئة، البيئة والحياة، العدد 5، حزيران 2006.
2. إسماعيل، محمود (2006). حماية طبقة الأوزون، مجلة البيئة والحياة، العدد 4، أيار 2006.
3. التميمي، كامل (2004). مبادئ التلوث البيئي ص 183، الاهلية للنشر والتوزيع، عمان.
4. الحناوي، عصام (2004). قضايا البيئة في مئة سؤال وجواب ص 72، 74، 76، 178، المنشورات التقنية، البيئة والتنمية، الطبعة الاولى، بيروت.
5. الخطيب، ماجد (2004). تجربة المانيا لتقليل غاز ثاني اوكسيد الكربون في مياه البحار باستخدام الطحالب، الشرق الاوسط، العدد 9194، 30 يناير 2004.
6. الربيعي، حسين (2006). محطة تحلية شمسية متكاملة بالشبكة الكهربائية وذات إنتاج مشترك لمياه التحلية، المؤتمر الدولي للطاقة المتجددة والبيئة، ليبيا، طرابلس، 22 يناير 2006.
7. الشربيني، احمد (2007). هل تكف المحيطات عن إمتصاص غاز ثنائي اوكسيد الكربون، مجلة العربي العدد 584، ص 155، الكويت.
8. الصطوف، عبد الاله (2006). التلوث البيئي ازمه العصر ص 68، 69، 82، دار الزهور للنشر والتوزيع، سوريا.
9. العمر، مثنى (2008). الإحتباس الحراري، النور- مركز إعلامي ثقافي فني مستقل، 5-6-2008.
10. الكحل، عبد الله (2004). الأراضي والمياه في الوطن العربي، الجزيرة نت، 3-10-2004. [aljazeera.net/NR/exeres/72EB743E-421D-42C3-878F-8FB4052A624](http://aljazeera.net/NR/exeres/72EB743E-421D-42C3-878F-8FB4052A624)

11. المدني، محمود (.). تأثير تغير المناخ على البلدان العربية ص 1-10، مركز حابي للحقوق البيئية [hcer.org/ar/node/421](http://hcer.org/ar/node/421).
12. المقدادي، كاظم (2006). أساسيات علم البيئة الحديث ص 18.26، الأكاديمية العربية المفتوحة في الدنمارك، كوبنهاغن.
13. الناصر، وهيب (2009). طاقة الشمس والرياح: خيارات ممتازة لمزيج الطاقة في دول الخليج العربي، المصاد المستقبلية للطاقة في الخليج العربي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.
14. اليوسفي، باسل (2007). استغلال الطاقة المتجددة في المنطقة العربية، البيئة والتنمية، العدد 108، دار 2007.
15. بان كي مون (2008). الاحترار العالمي يؤثر فينا جميعاً غير ان تأثيره فينا يتباين، المركز الدولي لدراسات أميركا والغرب، 5-8-2008.
16. تريب، فرانز (2009). تقويم إمكانية تنويع مصادر الطاقة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربي، المصاد المستقبلية للطاقة في الخليج العربي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.
17. دنجر، إبراهيم (2009). إدخال الطاقة المتجددة في النقل، المصاد المستقبلية للطاقة في الخليج العربي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.
18. جاسم، صباح (2008). مستقبل الفحم بين الجدوى الاقتصادية وخطورة تغيرات المناخ، شبكة النبا المعلوماتية.
19. جاسم، صباح (2009). جفاف وتصحر وتلوث بيئي غير مسبوق، شبكة النبا المعلوماتية.
20. جمعة، عمر (2006). تلوث البيئة ومخاطره على طبقة الأوزون، البيئة والحياة، العدد 6، تموز 2006.
21. حداد، راغدة (2008). الجليد حقاً يذوب، مجلة البيئة والتنمية ، العدد 126.

22. حنوش، علي (2004). البيئة العراقية المشكلات والافاق، ص7،8،9،10،11،29،30، وزارة البيئة العراقية.
23. رمضان، عيسى (2009). تزايد العواصف الرعدية في الخليج سببها تغير المناخ العالمي، وكالة الانباء الكويتية كونا - [saudiyoona.com/news-action-show-id-5284.htm](http://saudiyoona.com/news-action-show-id-5284.htm).
24. سفاريني، غازي (2002). اساسيات علم البيئه ص45،110، وائل للطباعة والنشر، عمان.
25. سي ان ان (2006). الفيضانات تتسبب في مقتل الالاف سنوياً، علوم وتكنولوجيا، طوكيو، 24-6-2006.
26. سعد، عماد (2008). مدينة مصدر الأنظف والأكثر تطوراً في العالم، مرصد البيئة العربية، 11-2-2008.
27. صالح، ديارى (2007). الإنحباس الحراري والتغير المناخي، البيئة والحياة، العدد 18، تموز 2007.
28. صباريني، محمد (1979). البيئة ومشكلاتها ص46، سلسلة كتب عالم المعرفة، الكويت.
29. طاحون، زكريا (2004). التلوث خطر واسع الانتشار ص190، دار السحاب للنشر والتوزيع، القاهرة.
30. طلبة، مصطفى (2008). مصير العالم من مصير البيئة، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، جريدة الحياة.
31. عابد، عبد القادر (2002). اساسيات علم البيئه ص164، وائل للطباعة والنشر، عمان.
32. علي، ماجد حسن (1006). الطاقة الجديدة والمتجددة، البيئة والحياة، العدد 10، 2006.

33. كبة، سلام (2008). المياه في العراق... الواقع والمعالجات ص 1-8  
.[babel-nl.org/b21x053sik.htm](http://babel-nl.org/b21x053sik.htm)

34. منصور، خالد (2006). ألمات يهدد نصف مليون جائع بالقرن الأفريقي،  
إسلام أون لاين، 7-3-2006 - [islamonline.net/Arabic/news/2006-03-07/article09.shtml](http://islamonline.net/Arabic/news/2006-03-07/article09.shtml)

35. موازيني، عبد الله. ألقاف يضرب سوريا بقوة، أخبار البيئة العربية.

36. موسى، علي (1996). التلوأ الجوي ص 10.1.25، دار الفكر المعاصر،  
بيروت.

37. وكالة رويترز للأباء (2008). غاز مسبب للاحتباس الحراري أكثر شيوعاً مما  
كان متصوراً، 24-10-2008.

38. التقرير الاقتصادي العربي الموحد، عدد سبتمبر- أيلول 2001.

39. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC، شباط 2007.

40. تقويم يونيب Unep لمابعد النزاع (2007). التدهور البيئي يقوض السلام...  
السودان وحروب البيئة.

41. مركز انباء الامم المتحدة (2007). الفيضانات والاعاصير تكبد أفريقيا خسائر  
فادحة، 20-3-2007.

42. Hamburger Abendblatt (2006). klimawandel am Bodensee.

43. . Badran, O (2009). Renewable Energy-Prospects of Professionals,  
Arbeitskreis Afrikanisch-Asiatischer Akademikerinnen und  
Akademiker Tagung, Goettingen.

44. Bals, C (2007). Klimawandel und Ernährungssicherheit: Trend und  
zentrale Herausforderung, Brot für die Welt, Stuttgart.

45. Bauer, Stefan (2007). Nachholende Entwicklung und Klimawandel,  
Aus Politik und Zeitgeschichte 47 : 20-26.

46. Bauer, Stefan (2005). Umweltpolitische Herausforderung,  
Informationen zur Politischen Bildung 287 :9-16.



47. Becker, A. Grünewald, U (2003). Flood risk in central Europa, Science 300.
48. . BMU (2008). Bundesministerium für Umwelt,Ernerbare Energie in Zahlen nationale Und internationale Entwicklung.
49. Bodner, H (2009). Sehr wenig Wasser, Harzer Wochenspiegel Zeitung.
50. Bratzel, Stefan (2005). Mobilität und Verkehr, Informationen zur Politischen Bildund 2: 45-51.
51. Bund Klimaschutz (2007). Die grüne Lunge keucht-Baumsterben am Amazonas.
52. Bwe.de (2009). Bundesverband Windenergie, Die entwicklung der Windenergie in Deutschland.



## المحتويات

الإهداء .....	5
مقدمة .....	7
الفصل الاول: ظاهرة الإحترار الكوني .....	9
المبحث الأول: مفاهيم عامة عن الغلاف الجوي والمناخ والتغير المناخي .....	11
المناخ والتغير المناخي: .....	14
العوامل المؤثرة في المناخ .....	15
المبحث الثاني: غازات الإحتباس الحراري ومصادر غاز ثنائي .....	30
أوكسيد الكربون .....	30
غازات الإحتباس الحراري .....	30
مفهوم ظاهرة الإحتباس الحراري .....	34
ما هي ظاهرة الإحتباس الحراري (الدفيئة) ؟ .....	36
مصادر غاز ثنائي أوكسيد الكربون .....	43
المبحث الثالث: التغير المناخي والعصور الجليدية .....	50
المبحث الرابع: أسباب ظاهرة الإحترار الكوني الحالي والعوامل التي تقو الى التغير المناخي .....	53

- 55.....المخاطر الناتجة عن التغير المناخي
- 56.....مخاطر إرتفاع درجة حرارة الأرض
- 59.....الأخطار التي تواجه البيئة بسبب الإحتباس الحراري
- 62.....المبحث الخامس:تلوث جو الأرض بسبب نشاطات الإنسان في
- 62.....إطلاق غازات الإحتباس الحراري وتدمير طبقة الأوزون.
- 64.....دور الإنسان في تاكل طبقة الأوزون.
- 67.....الفصل الثاني:الإحترار الكوني والكوارث
- 69.....المبحث الاول:كيف تحدث الكوارث
- 71.....كيف تحصل الكوارث البيئية الطبيعية؟
- 71.....الأعاصير والعواصف المدارية:
- 75.....المبحث الثاني:الكوارث خلال العقود الأخيرة
- 77.....كوارث بيئية هزت العالم
- 82.....المبحث الثالث
- 82.....الكوارث الطبيعية ( الفيضانات ) في الأزمنة البعيدة.
- 85.....الفصل الثالث:المانيا وظاهرة الإحتباس الحراري
- 87.....المبحث الأول:التغيرات المناخية المرصودة في ألمانيا

المبحث الثاني: الإجراءات المتخذة لتقليل إطلاق غازات الاحتباس	100
المبحث الثالث: مصادر الطاقة المتجددة والبديلة في ألمانيا	110
الكتلة الحيوية والوقود الحيوي	119
إنتاج الطاقة الكهربائية	121
المركز الدولي لبحوث الطاقة المتجددة IFEED	128
تأثيرات التغيرات المناخية في الدول النامية والفقيرة	133
تأثيرات التغير المناخي في المنطقة العربية	140
الأخطار التي تواجه البلدان النامية والفقيرة بسبب التغير المناخي	145
العراق والتغيرات المناخية	147
إستغلال الطاقة الشمسية في العراق	154
الدول النامية والطاقة المتجددة	158
التغير المناخي وحروب المياه	162
الفصل الرابع: المعالجات المقترحة لمطلقات	167
الإحتباس الحراري:	167



















تعد ظاهرة الاحترار الكوني من أكثر الظواهر إثارة للجدل في أوساط العلماء والباحثين والمهتمين بالبيئة وعامة الناس. وتعدى هذا الاهتمام أوساطاً أخرى حتى وصل إلى الهيئات الحكومية وغير الحكومية، وكذلك الهيئات الدولية. يعود السبب في ذلك إلى التأثيرات الخطيرة والمدمرة لهذه الظاهرة على كل من الإنسان وعناصر البيئة ولوحظ في الفترة الأخيرة اهتمام متزايد من قبل وسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمقروءة بمظاهر التغير المناخي، باعتبارها قضية تشغل حيزاً كبيراً من اهتمام الرأي العام..

Bibliotheca Alexandrina



1241990



9 789957 351052

**مركز الكتاب الأكاديمي**

عمّان وسط البلد-مجمع الفحيص التجاري

ص . ب : 11732 عمّان (1061) الأردن

تلفاكس: +96264619511 موبايل: +962799048009

الموقع الإلكتروني: [www.abcpub.net](http://www.abcpub.net)

[A.B.Center@hotmail.com](mailto:A.B.Center@hotmail.com) / [info@abcpub.net](mailto:info@abcpub.net)

